TS. VŨ THẶNG

TRẮC ĐỊA
QUY HOẠCH ĐƯỜNG VÀ ĐÔ THỊ

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Khu đô thị nằm trên diện tích lớn, các công trình hình tuyến như đường ôtô, đường sắt, kênh mương, đường ống dẫn, đường dây tải điện... nằm trải dài qua các địa hình khác nhau. Khi khảo sát, thiết kế quy hoạch cũng như khi xây dựng công trình, địa hình là một yếu tố cơ bản ảnh hưởng tới chất lượng, hiệu quả kinh tế, ý nghĩa sử dụng của công trình. Vì vậy, những hiểu biết chuyên môn trong lĩnh vực chuyên ngành công trình cũng như trong lĩnh vực trắc địa sẽ giúp các nhà thiết kế quy hoạch thực hiện tốt nhiệm vụ khi thiết kế, thi công công trình.

*Tài liệu "**Trắc địa quy hoạch đường và đô thị**" sẽ giúp bạn đọc có được những hiểu biết cần thiết, nắm được các mối liên hệ giữa công tác trắc địa công trình cũng như công tác thiết kế quy hoạch, thi công đường giao thông và khu đô thị. Sách giới thiệu các phương pháp thiết kế quy hoạch có các ví dụ minh hoạ cụ thể. Vì vậy, nó có thể là cơ sở để nghiên cứu môn học sau khi đã học xong các môn chuyên ngành công trình cũng như trắc địa đại cương. Đồng thời, nó cũng là tài liệu tham khảo tốt cho các bạn đang làm công tác thiết kế quy hoạch trong các lĩnh vực công trình chuyên ngành đường và quy hoạch đô thị. Nội dung sách gồm bốn chương:*

Chương 1. Công tác trắc địa trong thiết kế và định tuyến công trình;

Chương 2. Quy hoạch mặt bằng khu đô thị;

Chương 3. Khảo sát và quy hoạch độ cao theo tuyến;

Chương 4. Quy hoạch cao độ mặt bằng khu đô thị;

*Chúng ta đang trong giai đoạn xây dựng hạ tầng cơ sở, hy vọng cuốn **Trắc địa quy hoạch đường và đô thị** sẽ đáp ứng được yêu cầu của bạn đọc và góp phần làm cho đường phố của chúng ta bớt đi các đoạn ngập nước, những đường cua gấp, các góc phố hạn chế tầm nhìn... Sách được viết lần đầu chắc không thể tránh khỏi thiếu sót, tác giả rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của bạn đọc cũng như đồng nghiệp để cuốn sách được hoàn thiện hơn.*

Tác giả

Chương 1
CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA TRONG THIẾT KẾ VÀ ĐỊNH TUYẾN CÔNG TRÌNH

1.1. BẢN ĐỒ PHỤC VỤ THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH

1.1.1. Xác định tỉ lệ bản đồ cần thiết

Trong quá trình thực hiện thiết kế công trình cần các loại tài liệu khảo sát mặt bằng là bản đồ, bình đồ, mặt cắt. Việc chọn tỉ lệ các tài liệu đó cho phù hợp phụ thuộc vào các giai đoạn thiết kế và tính chất của công trình sẽ được xây dựng.

Khi khảo sát quy hoạch tổng thể thường dùng các loại bản đồ tỉ lệ 1:50000; 1:100 000. Đối với các loại công trình có liên quan chặt chẽ đến địa hình như đường, cầu, các loại đường hầm, công trình thủy lợi ... thì cần khảo sát trên bản đồ kết hợp với thực địa.

Chọn tỉ lệ bản đồ phục vụ thiết kế

Các điểm chi tiết trên bản đồ được thể hiện với độ chính xác :

$$m_Đ = \pm 0{,}2mm \div \pm 0{,}4mm$$

Khi thiết kế cần xác định các địa vật trên bản đồ có độ chính xác tương đương ở ngoài thực địa là $M_Đ$, phải chọn bản đồ có tỉ lệ tương ứng theo quan hệ :

$$m_Đ : M_Đ = 1 : M \qquad (1.1.1)$$

Trong đó :

$m_Đ$ - độ chính xác điểm trên bản đồ;

$M_Đ$ - độ chính xác của điểm ngoài thực địa ;

M- số tỉ lệ của bản đồ.

Khi cần các điểm địa vật có độ chính xác $M_Đ$, nếu lấy độ chính xác biểu diễn điểm trên bản đồ là $m_Đ = 0{,}4mm$ thì phải chọn bản đồ tỉ lệ là 1: M như sau :

Sai số vị trí điểm $M_Đ$ (*cm*)	20	40	80	200
Tỉ lệ bản đồ 1: M	1: 500	1: 1000	1: 2000	1: 5000

Các điểm địa vật thể hiện trên bản đồ phải có khoảng cách lớn hơn 1*mm*. Không thể hiện các điểm ở các khoảng nhỏ hơn 1*mm* trên bản đồ. Vì vậy từ khoảng cách các điểm địa vật cần thể hiện mà chọn tỉ lệ bản đồ cho tương ứng.

Khoảng cách địa vật S (*m*)	0,5	1,0	2,0	5,0
Tỉ lệ bản đồ 1: M	1: 500	1: 1000	1: 2000	1: 5000

Trên thực tế khi thiết kế công trình thường chọn bản đồ ở các tỉ lệ sau :

- Bản đồ 1: 10 000 với khoảng cao đều cơ bản của đường đồng mức h bằng 1 ÷ 2*m* cho khu vực đồng bằng hoặc h = 5*m* cho khu vực đồi núi để thiết kế các công trình xây dựng dân dụng, khi chọn tuyến, chọn địa điểm, thiết kế sơ bộ, xác định diện tích, thể tích của hồ chứa.

- Bản đồ 1: 5 000 với khoảng cao đều cơ bản của đường đồng mức h bằng 1*m* cho khu vực đồng bằng và h = 2*m* cho khu vực đồi núi để lập tổng bình đồ thành phố, thiết kế các khu công nghiệp, thiết kế đồ án khu công nghiệp, thiết kế kỹ thuật tưới tiêu.

- Bản đồ 1: 2 000 với khoảng cao đều cơ bản h = 1 ÷ 0,5*m* để lập thiết kế kỹ thuật khu công nghiệp, dân dụng, thủy lợi, các loại công trình ngầm, bản vẽ thi công tưới tiêu.

- Bản đồ tỉ lệ 1 : 1 000, khoảng cao đều cơ bản h = 0,5*m* được dùng để thiết kế thi công khu vực chưa xây dựng, tổng bình đồ khu xây dựng thành phố, thiết kế thi công công trình ngầm, thiết kế quy hoạch đứng.

- Bản đồ 1: 500 với khoảng cao đều cơ bản h = 0,5*m* để lập các bản vẽ thi công xây dựng dân dụng ở thành phố, khu vực công nghiệp có mật độ xây dựng dày đặc, đo vẽ hoàn công.

Trên thực tế, đối với các khu vực chưa xây dựng hoặc mật độ xây dựng thưa, có thể sử dụng bản đồ tỉ lệ nhỏ hơn. Khi thiết kế, để dễ thể hiện có thể phóng bản đồ lên tỉ lệ lớn hơn.

1.1.2. Độ chính xác biểu diễn điểm chi tiết trên bản đồ

Bản đồ địa hình được thể hiện ở tỉ lệ cơ bản giai đoạn trước là 1:10 000, hiện nay là 1 : 2 000. Đối với bản đồ địa hình công trình, khi thành lập, được

xác định theo các yếu tố cần thiết cho tính toán thiết kế như tọa độ, độ cao, độ dốc, và các số liệu khác.

Bản đồ địa hình công trình gồm có các loại:

- Bản đồ khảo sát: được thành lập để để khảo sát, lựa chọn phương án tối ưu của các tuyến hoặc các khu vực xây dựng công trình. Bản đồ loại này có thể dùng để thiết kế chi tiết công trình.

- Bản đồ hoàn công: được thành lập khi xây dựng xong các hạng mục và toàn bộ công trình, để kiểm tra sự phù hợp của thi công so với thiết kế, đồng thời làm tài liệu cho quá trình sử dụng cũng như cải tạo sửa chữa sau này.

- Bản đồ kiểm kê: được thành lập trong quá trình sử dụng công trình, để kiểm tra bảo dưỡng và sửa chữa công trình.

Do mỗi loại bản đồ đều có đặc thù riêng. Đối với từng chuyên ngành cũng có yêu cầu khác nhau. Ví dụ công trình thủy lợi có yêu cầu cao về độ chính xác của độ cao, công trình giao thông có yêu cầu cao về độ chính xác dọc tuyến. Trên một công trình, các hạng mục khác nhau cũng có yêu cầu khác nhau về độ chính xác.

Độ chính xác của điểm biểu diễn trên bản đồ được đặc trưng bằng sai số trung phương tổng hợp vị trí mặt bằng và độ cao của điểm địa hình và địa vật.

Sai số trung phương vị trí mặt bằng của điểm xác định theo công thức :

$$m_D = \sqrt{m_X^2 + m_Y^2} \qquad (1.1.2)$$

Trong đó :

m_X và m_Y - sai số trung phương thành phần của điểm.

Trên thực tế tương quan giữa các sai số thành phần là yếu, nên có thể coi $m_X = m_Y = m_K$, từ đó có thể viết :

$$m_D = m_K.\sqrt{2} \qquad (1.1.3)$$

Sai số vị trí điểm gồm: sai số điểm khống chế, sai số đo, sai số vẽ, sai số do biến dạng của giấy...Trên thực tế sai số của điểm khống chế là rất nhỏ, nên có thể bỏ qua. Vì vậy, sai số điểm được xét so với điểm khống chế gần nhất. Theo số liệu khảo sát thì:

$m_K = 0,18$*mm* đối với khu vực đã xây dựng;

$m_K = 0,30$*mm* đối với khu vực chưa xây dựng hoặc mật độ xây dựng thấp.

Theo công thức (1.1.3) tính được:

$m_Đ = m_K . \sqrt{2} \approx 0{,}3mm$ đối với khu vực đã xây dựng;

$m_Đ = m_K . \sqrt{2} \approx 0{,}4mm$ đối với khu vực chưa xây dựng hoặc mật độ xây dựng thấp.

Trong quá trình can in còn một số nguồn sai số khác ảnh hưởng đến độ chính xác điểm. Khi thiết kế, độ chính xác của các địa vật kiến trúc yêu cầu rất cao, sai số không vượt quá 0,2*mm*. Vì vậy, cần phải đo vẽ với độ chính xác rất cao đối với các địa vật quan trọng. Đối với bản đồ tỉ lệ lớn sai số khái quát hoá điểm chi tiết không được vượt quá 0,5*mm*.

Độ đầy đủ của các điểm chi tiết được đặc trưng bằng mức độ dày đặc của các điểm chi tiết cần thiết và có thể biểu diễn trên bản đồ. Độ đầy đủ được biểu thị bằng kích thước nhỏ nhất của đối tượng và khoảng cách nhỏ nhất giữa các đối tượng có thể biểu diễn trên bản đồ.

Ví dụ: Cần biểu diễn hai điểm địa vật cách nhau S = 1*m* ngoài thực địa với khoảng cách s =1*mm* trên bản đồ thì tỉ lệ bản đồ cần thiết :

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{\frac{S}{s}} = \frac{1}{1000}$$

1.1.3. Độ chính xác biểu diễn địa hình trên bản đồ

Địa hình là yếu tố quyết định việc chọn tuyến và địa điểm xây dựng, quy hoạch chung của công trình. Địa hình là cơ sở để thiết kế quy hoạch đứng, độ dốc của các hạng mục công trình ... Trên bản đồ, địa hình được biểu thị bằng độ cao của các điểm chi tiết đặc trưng và các đường đồng mức. Đường đồng mức được vẽ bằng phương pháp nội suy tuyến tính hoặc trên các mô hình ảnh lập thể. Trong quá trình vẽ, địa hình đã được khái quát hóa. Vị trí đường đồng mức trên bản đồ có các nguồn sai số sau:

- Các sai số ít phụ thuộc vào độ dốc của mặt đất như xác định độ cao của điểm chi tiết, khái quát hoá địa hình, độ lồi lõm của địa hình.

- Các sai số phụ thuộc nhiều vào độ dốc mặt đất như độ chính xác vị trí điểm mặt bằng, nội suy độ cao, vẽ đường đồng mức.

Các sai số đáng chú ý nhất là độ khái quát hoá và độ lồi lõm của địa hình. Sai số này phụ thuộc vào mật độ điểm chi tiết. Sự phụ thuộc đó được biểu diễn theo công thức:

$$m_{Kq} = e.\sqrt{s} \quad (1.1.4)$$

Trong đó :

s - khoảng cách giữa các điểm chi tiết;

e - hệ số ảnh hưởng do khái quát hoá và độ lồi lõm của địa hình:

- Đối với khu vực bằng phẳng, có độ dốc đều: e = 0,01 - 0,012;

- Đối với khu vực lồi lõm trung bình, độ dốc không đều: e = 0,015;

- Đối với khu vực vùng núi: e = 0,02 .

Để đánh giá sai số biểu diễn địa hình thường dùng công thức rút ra từ thực nghiệm:

$$m_H = a + b.tg\gamma \qquad (1.1.5)$$

Trong đó :

m_H - sai số trung phương xác định độ cao theo đường đồng mức;

γ - góc nghiêng của địa hình. Độ dốc $i = tg\gamma$;

a - hệ số phụ thuộc vào sai số mốc độ cao, sai số đo điểm chi tiết, sai số do khái quát địa hình;

b - hệ số phụ thuộc vào sai số nội suy, sai số vẽ và can đường đồng mức.

Theo Bolsakov sai số trung phương xác định độ cao theo đường đồng mức thể hiện bằng công thức :

$$m_H = \sqrt{e^2\left(s - \frac{h}{i_{TB}}\right) + m_{Hct}^2 + m_{mct}^2 .M.i_{TB}^2} \qquad (1.1.6)$$

Trong đó :

e - hệ số ảnh hưởng do khái quát hóa và độ lồi lõm của địa hình;

s - khoảng cách giữa các điểm chi tiết;

h - khoảng cao đều cơ bản;

i_{TB} - độ dốc trung bình;

m_{Hct} - sai số độ cao điểm chi tiết;

m_{mct} - sai số mặt bằng điểm chi tiết;

M - số tỉ lệ bản đồ.

Công thức (1.1.6) cho thấy ảnh hưởng của độ khái quát hóa địa hình tới sai số xác xác định độ cao. Mặt khác nó còn cho thấy tỉ lệ bản đồ càng nhỏ sai số vị trí điểm chi tiết mặt bằng ảnh hưởng tới độ chính xác độ cao tăng càng nhanh. Sai số độ cao cho phép quy định là :

$$m_H = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{4}\right)h \qquad (1.1.7)$$

Thực tế cho thấy sai số độ cao khi đo vẽ bản đồ theo phương pháp trực tiếp trên mặt đất và bằng phương pháp đo vẽ ảnh toàn năng là như nhau. Kết quả kiểm tra đánh giá ngoài thực địa ghi ở bảng 1.1.

Bảng 1.1 Sai số độ cao trên bản đồ

Tỉ lệ bản đồ	Khoảng cao đều h *(m)*	Sai số độ cao m_H *(m)*
1 : 500 - 1 : 1 000	0,5	0,08 - 0,12
1 : 2 000 - 1 : 5 000	1,0	0,18 - 0,22
1 : 5 000	2,0	0,30 - 0,40

Khoảng cao đều cơ bản cần thiết

Khi lập bản đồ địa hình, khoảng cao đều cơ bản h được xác định theo yêu cầu thiết kế, đặc điểm của công trình, độ chính xác cần thiết về độ cao, mức độ phức tạp của địa hình...

Ví dụ : Sai số biểu diễn độ cao ở đồng bằng $m_H = 0{,}2.h$, khi thiết kế công trình thủy lợi sai số độ cao cho phép $m^{cp}_H = 0{,}10m$. Khoảng cao đều cần thiết của bản đồ là :

$$h = \frac{0{,}1}{0{,}2} = 0{,}5m$$

Đối với bản đồ lập bằng phương pháp ảnh lập thể, độ chính xác biểu diễn địa hình còn phụ thuộc vào độ cao bay chụp H. Thường quan hệ đó là:

$$m_H = H.5.10^{-3} \qquad (1.1.8)$$

Theo (1.1.7) thì :

$$h = H.10^{-3} \qquad (1.1.9)$$

Nếu yêu cầu h = 1*m* thì độ cao bay chụp là 1000*m*.

Ngoài ra, để đảm bảo khi sử dụng các đường đồng mức phải cách nhau 5*mm* - 20*mm* trên bản đồ. Khi đó khoảng cao đều cơ bản của đường đồng mức trên bản đồ tỉ lệ 1 : M tính theo công thức:

$$h = s.i.M \qquad (1.1.10)$$

Trong đó :

h - khoảng cao đều cơ bản;

i - độ dốc địa hình;

s - khoảng cách đường đồng mức trên bản đồ;

M - số tỉ lệ bản đồ.

Ví dụ, với bản đồ tỉ lệ 1 : 1000, có độ dốc i = 0,2; khoảng cách đường đồng mức s = 5*mm* thì khoảng cao đều cơ bản cần thiết là h = 1*m*.

Khoảng cao đều cơ bản được chọn khi lập bản đồ địa hình công trình ở bảng 1.2.

Bảng 1.2 Khoảng cao đều cơ bản để lập bản đồ địa hình.

Tỉ lệ bản đồ	Khoảng cao đều cơ bản (*m*)	
	Đồng bằng- dốc < 6^0	Vùng núi
1 : 500	0,5	1,0
1 : 1 000	0,5	1,0
1 : 2 000	0,5	2,0
1 : 5 000	0,5	2,0

1.1.4. Độ chính xác đo trên bản đồ

1. Độ chính xác đo cạnh trên bản đồ

Điểm chi tiết được biểu diễn trên bản đồ với sai số $m_Đ$. Khi đo khoảng cách trên bản đồ sai số của nó phụ thuộc vào độ chính xác của điểm chi tiết. Khoảng cách tính theo vị trí điểm là:

$$S = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} \qquad (1.1.11)$$

Nếu coi sai số các tọa độ như nhau và bằng m_i, theo phân bố sai số của các đại lượng đo trong hàm, tính được:

$$m_S = m_Đ \qquad (1.1.12)$$

hay là *độ chính xác cạnh đo trên bản đồ tương đương với độ chính xác của điểm trên bản đồ.*

2. Độ chính xác của hướng đo trên bản đồ

Góc định hướng trên bản đồ được tính theo tọa độ của hai điểm A và B theo công thức:

$$\text{tg}\alpha = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \quad (1.1.13)$$

Nếu coi sai số vị trí điểm là $m_Đ$, từ công thức tính góc định hướng xác định được :

$$m''_\alpha = \frac{m_Đ}{S}\rho'' \quad (1.1.14)$$

Trong đó :

S - khoảng cách giữa hai điểm.

Sai số xác định góc trên bản đồ tỉ lệ thuận với sai số vị trí điểm $m_Đ$ và tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa hai điểm.

3. Độ chính xác tính góc trên bản đồ

Góc β trên bản đồ có thể tính từ các góc định hướng:

$$\beta_{AB} = \alpha_{OA} - \alpha_{OB} \quad (1.1.15)$$

Các góc định hướng được tính từ tọa độ của các điểm:

$$\beta_{AB} = \text{arctg}\frac{Y_A - Y_O}{X_B - X_O}\,\text{arctg}\frac{Y_B - Y_O}{X_B - X_O} \quad (1.1.16)$$

Nếu coi các điểm có độ chính xác như nhau và đều có sai số là $m_Đ$

$m_A = m_B = m_O = m_Đ$. Từ hàm (1.1.16) tính được sai số xác định góc bằng trên bản đồ

$$m_\beta = \pm\sqrt{\rho^2 \cdot m_Đ^2 \cdot \left(\frac{1}{S_{AO}^2} + \frac{1}{S_{BO}^2} - \frac{\cos\beta}{S_{AO} \cdot S_{BO}}\right)} \quad (1.1.17)$$

Xét các trường hợp sau đối với công thức 1.1.17:

- Khi khoảng cách bằng nhau $S_{AO} = S_{BO} = S$, thì :

$$m_\beta = \pm\frac{\rho \cdot m_Đ}{S}\sqrt{2 - \cos\beta}$$

- Khi $\beta = 90^0$, $\cos\beta = 0$, thì :

$$m_\beta = \pm\frac{\rho \cdot m_Đ}{S}\sqrt{2}$$

- Khi $\beta = 180^0$, $\cos\beta = -1$, thì :

$$m_\beta = \pm\frac{\rho \cdot m_Đ}{S}\sqrt{3}$$

- Khi $\beta = 0^0$, $\cos\beta = 1$, thì :

$$m_\beta = \pm \frac{\rho \cdot m_Đ}{S}$$

4. Độ chính xác tính diện tích trên bản đồ

Một đa giác gồm i = 1 - n điểm. Tọa độ của điểm i là X_i và Y_i.

Diện tích đa giác tính theo công thức:

$$2p = \sum_1^n X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1}) = \sum_1^n Y_i(X_{i+1} - X_{i-1}) \qquad (1.1.18)$$

Nếu coi sai số vị trí các điểm như nhau, sai số thành phần $m_{Xi} = m_{Yi}$, từ (1.1.18) ta có :

$$m_P = \frac{m_Đ}{2\sqrt{2}} \sqrt{\sum_1^n D_{i,i+2}^2} \qquad (1.1.19)$$

Trong đó $D_{i,i+2}$ là độ dài đường chéo từ một đỉnh, bỏ qua đỉnh trung gian, nối tới các đỉnh tiếp theo.

Theo Maslov sai số trung phương tính diện trên bản đồ tính bằng công thức gần đúng

$$m_P = m_Đ \cdot \sqrt{P} \cdot \sqrt{\frac{1 + K^2}{2K}} \qquad (1.1.20)$$

Trong đó :

P - diện tích khu vực cần xác định;

K - tỉ số giữa chiều dài và chiều rộng của khu vực;

Trong biểu thức (1.1.20) đại lượng $\sqrt{\frac{1+K^2}{2K}}$ nhỏ nhất khi K = 1.

Do đó diện tích hình vuông hoặc tam giác có đáy bằng chiều cao được xác định diện tích chính xác nhất.

5. Sai số tính chênh cao và độ dốc trên bản đồ

Chênh cao h_{AB} trên bản đồ tính theo công thức :

$$h_{AB} = H_B - H_A,$$

Trong đó :

H_B, H_A - độ cao tuyệt đối của điểm B và A tính được trên bản đồ.

Nếu coi sai số độ cao các điểm như nhau $m_{HA} = m_{HB} = m_H$ thì sai số xác định chênh cao :

$$m_{hAB} = m_H\sqrt{2}$$

Độ dốc đường thẳng AB tính theo công thức:

$$i_{AB} = \frac{h_{AB}}{S_{AB}} \qquad (1.1.21)$$

Sai số tính độ dốc :

$$m_i = \frac{m_h}{S} = \frac{m_H.\sqrt{2}}{S} \qquad (1.1.22)$$

1.2. ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MẠNG LƯỚI MẶT BẰNG

Mạng lưới trắc địa được xây dựng để làm cơ sở phục vụ đo vẽ các tài liệu khảo sát mặt bằng và phục vụ thi công công trình.

Mật độ điểm và độ chính xác của lưới phụ thuộc tỉ lệ, độ chính xác đo vẽ và điều kiện địa hình khu vực đo vẽ.

Khi đo vẽ các bản đồ tỉ lệ lớn 1: 500, 1: 1000 trên khu vực diện tích lớn hơn $25km^2$ thường xây dựng các dạng đường chuyền hạng I và II dựa trên cơ sở của mạng lưới khống chế quốc gia. Mạng lưới độ cao xây dựng tương đương lưới độ cao hạng I ÷ II.

Đối với khu vực đo vẽ diện tích từ 2,5 ÷ $25km^2$ thường xây dựng các đường chuyền khép kín hạng I và II.

Mạng lưới trắc địa xây dựng ngoài công trường để phục vụ thi công công trình được xây dựng làm 3 cấp, đặc biệt khi công trường lớn hơn $100km^2$ có thể xây dựng mạng lưới 4 cấp.

Độ chính xác của mạng lưới trắc địa phụ thuộc vào độ chính xác bố trí công trình cần thiết.

Đối với mạng lưới trắc địa 3 cấp thường được xây dựng như sau :

- Mạng lưới tổng thể - mạng tam giác đo góc, đo cạnh hoặc mạng đường chuyền hạng I ;

- Mạng lưới tăng dày - đường chuyền hạng II;

- Mạng lưới bố trí đo vẽ - đường chuyền kinh vĩ hoặc mạng tam giác nhỏ.

Nếu mạng lưới trắc địa được xây dựng không phụ thuộc lẫn nhau thì sai số vị trí các điểm khống chế trắc địa được tính như sau:

$$m = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2} \qquad (1.2.1)$$

Trong đó :

m_1 , m_2 , m_3 - sai số vị trí các điểm các cấp tương ứng khi xây dựng lưới khống chế.

Dựa trên nguyên tắc sai số vị trí điểm của lưới hạng trên ảnh hưởng tới độ chính xác vị trí điểm của lưới hạng dưới < 13% thì có thể bỏ qua, vì vậy nên có thể chọn một hằng số K sao cho:

$$m = \sqrt{\frac{m_3^2}{K^4} + \frac{m_3^2}{K^2} + m_3^2} = m_3\sqrt{\frac{1}{K^4} + \frac{1}{K^2} + 1} \qquad (1.2.2)$$

Đặt :

$$Q = \sqrt{\frac{1}{K^4} + \frac{1}{K^2} + 1}$$

thì :

$$m = m_3Q .$$

Với K = 1,5 thì Q = 1,28; với K = 2,0 thì Q = 1,15.

Lấy m = 0,2*mm* sẽ xác định được sai số m_1 , m_2 và m_3 của các cấp lưới khống chế tương ứng ở ngoài thực địa cho bản đồ tỉ lệ 1 : M.

$$m_1 = 0{,}2.M : K^2.Q$$
$$m_2 = 0{,}2.M : K.Q$$
$$m_3 = 0{,}2.M : Q \qquad (1.2.3)$$

Ví dụ : khi vẽ bản đồ 1 : 500 với K = 1,5 thì sai số vị trí điểm của lưới khống chế các cấp là :

$m_1 = \pm 3{,}5cm$; $m_2 = \pm 5{,}2cm$; $m_3 = \pm 7{,}8cm$.

Với K = 2 tính được :

$m_1 = \pm 2{,}2cm$; $m_2 = \pm 4{,}4cm$; $m_3 = \pm 8{,}8cm$.

Như vậy khi đo vẽ bản đồ tỉ lệ lớn 1 : 500 sai số vị trí các điểm khống chế các cấp < 3÷4 *cm*. Các điểm đường chuyền tăng dày < 5÷6*cm*.

Trường hợp tổng quát, lưới có n cấp, để ảnh hưởng của điểm cấp trên đến điểm cấp dưới là không đáng kể cần xác định hệ số k :

$$m_i = \frac{m_{i-1}}{k} \quad (1.2.4)$$

Như vậy sai số của lưới cấp dưới sẽ là :

$$m_i = m_{i-1}\sqrt{1-\frac{1}{k^2}} \quad (1.2.5)$$

Trong đó :

m_i - sai số của lưới cấp i;

m_{i-1} - sai số lưới cấp trên.

Suy ra :

$$k = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{m_i}{m_{i-1}}\right)^2 - 1}} \quad (1.2.6)$$

Khi $m_i : m_{i-1} = 1,10$, tức là ảnh hưởng của lưới cấp trên là 10%, thì k = 2,2. Trên thực tế lấy k = 2.

Sai số của lưới cấp thứ n tính được :

$$m_n = m_{Đn}\sqrt{1+\frac{1}{k^2}+\frac{1}{k^4}+...+\frac{1}{k^{2(n-1)}}} \quad (1.2.7)$$

Ví dụ khi làm bản đồ tỉ lệ 1 : 500, yêu cầu sai số vị trí điểm ngoài thực địa $m_Đ = 0,2mm.M = 0,1m$. theo công thức (1.2.7) tính được kết quả ở bảng 1.3 đối với lưới 3 cấp và lưới 4 cấp.

Bảng 1.3 Sai số vị trí điểm lưới khống chế n cấp.

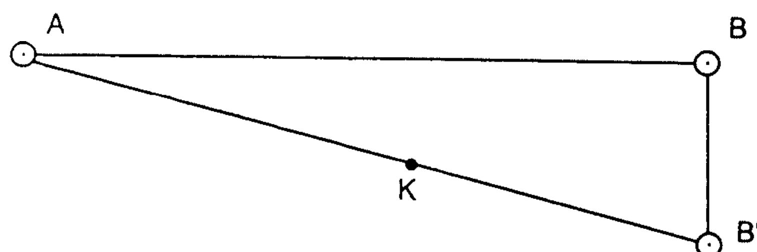
k	Lưới 3 cấp			Lưới 4 cấp			
	Tam giác	Đa giác	Đo vẽ	Hạng III	Hạng IV	Đa giác	Đo vẽ
$\sqrt{2}$	38*mm*	53 *mm*	78 *mm*	16 *mm*	36 *mm*	52 *mm*	73 *mm*
2	22	44	83	11	22	43	87
2,5	15	37	92	9	15	37	92
3	10	31	94	3,5	11	32	95

Bảng 1.3 cho thấy khi tăng số cấp của lưới, tăng giá trị của k thì độ chính xác yêu cầu đối với lưới cấp trên tăng lên.

1.3. XÁC ĐỊNH ĐỘ DÀI CỦA ĐƯỜNG CHUYỀN TRẮC ĐỊA

Đường chuyền trắc địa là dạng lưới thường được xây dựng đối với các công trình hình tuyến. Đường chuyền trắc địa nối hai mốc A và B khi xây dựng nếu bỏ qua sai số điểm gốc thì nó bị ảnh hưởng của sai số đo cạnh m_S và sai số đo góc m_β . Độ dài cho phép của đường chuyền trắc địa phụ thuộc vào ảnh hưởng của các sai số trên.

Điểm K trên hình 1.1 được xác định tọa độ từ các mốc A và B.



Hình 1.1. *Sai số đường chuyền trắc địa.*

Trọng số điểm K tính từ hai mốc :

$$P_A = \frac{1}{L_A} \; ; P_B = \frac{1}{L_B}$$

Trong đó:

L_A - khoảng cách từ mốc A đến mốc K;

L_B -khoảng cách từ mốc B đến mốc K.

Trọng số trung bình của điểm K :

$$P_K = P_A + P_B = \frac{1}{L_A} + \frac{1}{L_B}$$

Nếu K là điểm giữa của đường chuyền thì:

$$L_A = L_B = \frac{L}{2}$$

Trọng số điểm K là :

$$P_K = \frac{4}{L}$$

Trọng số điểm B tính theo điểm A là :

$$P_B = \frac{1}{L} = \frac{P_k}{4} \qquad (1.3.1)$$

Biểu thức 1.3.1 cho thấy ở điểm cuối đường chuyền sai số chuyển vị dọc lớn gấp hai lần sai số chuyển vị dọc ở điểm giữa K

$$m_{DB} = 2m_{DK} \qquad (1.3.2)$$

Ảnh hưởng của sai số đo góc trong đường chuyền hay còn gọi là sai số ngang (hình 1.2) tính theo công thức :

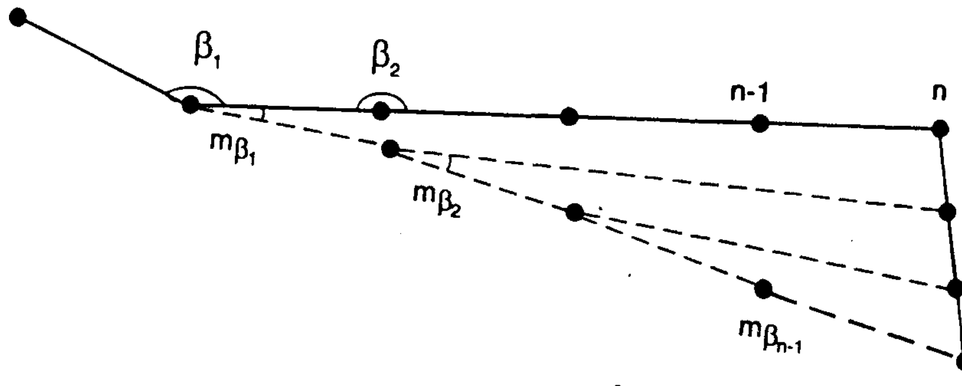
$$m_N = \frac{L\,m_\beta}{\rho}\sqrt{\frac{n_l + 1,5}{3}} \qquad (1.3.3)$$

Trong đó :

L - chiều dài đường chuyền;

m_β - sai số đo góc bằng;

n - số điểm của đường chuyền.



Hình 1.2. *Sai số chuyển vị ngang.*

Sai số chuyển vị ngang của điểm K tính từ mốc A, được xác định theo công thức :

$$m_{NK} = \frac{L\,m_\beta}{2\rho}\sqrt{\frac{n_l + 1,5}{3}} \qquad (1.3.4)$$

Trong đó :

n_l - số điểm tính từ mốc A đến mốc K.

Nếu điểm K tính từ hai mốc tới thì sai số trung phương ngang tính theo công thức :

$$m_{NK}^{tb} = \frac{L\,m_\beta}{24\rho}\sqrt{\frac{n_l + 1,5}{3}} \qquad (1.3.5)$$

Sai số chuyển vị ngang điểm cuối đườmg chuyền tính theo (1.3.3) :

$$m_{NB} = L m_\beta\sqrt{\frac{n + 1,5}{3}} \qquad (1.3.6)$$

hay :

$$\frac{m_{NK}^{tb}}{m_{NB}} = \sqrt{\frac{n+1}{16(n+1,5)}}$$

Từ đó suy ra :

$$m_{NB}^{tb} = \frac{m_{NB}}{4}\sqrt{\frac{n+3}{(n+1,5)}} \approx \frac{m_{NB}}{4} \quad (1.3.7)$$

Tính sai số trung phương vị trí điểm K sau bình sai khi xét ảnh hưởng của sai số đo cạnh và sai số đo góc theo các công thức (1.3.1) và (1.3.4)

$$M_K^{tb} = \pm\sqrt{m_{DK}^2 + m_{NK}^2} \quad (1.3.8)$$

Tính sai số trung phương vị trí điểm B sau bình sai khi xét ảnh hưởng của sai số đo cạnh và sai số đo góc theo các công thức (1.3.3) và (1.3.6), được :

$$M_B^{tb} = \pm\sqrt{m_{DB}^2 + m_{NB}^2} \quad (1.3.9)$$

Tính sai số trung phương trung bình của điểm K sau bình sai khi xét ảnh hưởng của sai số đo cạnh và sai số đo góc theo các công thức :

$$M_K^{tb} = \frac{M_B}{2,5} \quad (1.3.10)$$

Biểu thức (1.3.9) cho thấy sai số vị trí điểm giữa đường chuyền sau bình sai giảm 2,5 lần so với sai số khép điểm cuối đường chuyền trước bình sai. Từ đó tính sai số cho phép điểm yếu nhất trên đường chuyền :

$$f_{CP} = 2,5\ M_K^{tb} = 0,4.2,5 = 1mm \geq 0,8mm.$$

Từ đó suy ra sai số tương đối đo cạnh cho phép :

$$\frac{1}{T} = 0,8mm.\ \frac{M}{L}$$

hay :

$$L = 0,8.M.T \quad (1.3.11)$$

Trong đó :

M - số tỉ lệ của bản đồ;

L - chiều dài đường chuyền;

T - xác định từ sai số tương đối đo cạnh cho phép.

Khi đo cạnh với sai số 1 : 1 500, tỉ lệ bản đồ 1 : M = 1 : 5 000 thì tính được chiều dài đường chuyền cho phép :

$$L = 0,8.1500.5000 = 6km$$

1.4. LƯỚI ĐỘ CAO CÔNG TRÌNH

1.4.1. Độ chính xác của lưới độ cao

Lưới độ cao trong trắc địa thường được xây dựng để phục vụ đo vẽ bản đồ, đồng thời phục vụ bố trí công trình. Thường lưới độ cao được chia làm ba cấp, khi diện tích đo vẽ lớn có thể xây dựng lưới bốn cấp. Các lưới đó thường được phát triển từ mạng lưới độ cao quốc gia hạng II.

Khi xây dựng mạng lưới độ cao gồm ba cấp, sai số độ cao tính như sau:

$$\Delta h = \pm \sqrt{\Delta h_{II}^2 + \Delta h_{III}^2 + \Delta h_{IV}^2} \qquad (1.4.1)$$

Trong đó :

Δh_{II}, Δh_{III}, Δh_{IV} - các sai số xây dựng lưới độ cao được xem như độc lập ở các cấp tương ứng.

Nếu lấy sai số độ cao các điểm trong lưới $\Delta h < \pm 30mm$, có thể viết như sau

$$\Delta h_{III} = \frac{\Delta h_{IV}}{k} \; ; \Delta h_{II} = \frac{\Delta h_{III}}{k} = \frac{\Delta h_{IV}}{k^2} \qquad (1.4.2)$$

Khi đó :

$$\Delta h = \Delta h_{IV} \sqrt{\frac{1}{k^4} + \frac{1}{k^2} + 1} \qquad (1.4.3)$$

hoặc :

$$\Delta h = \Delta h_{IV} Q$$

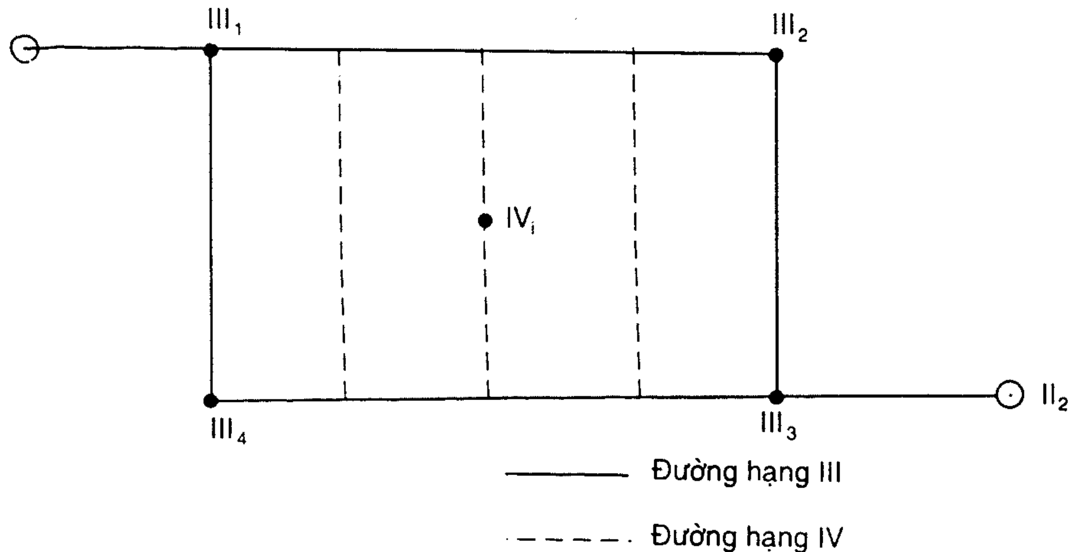
Với k = 1,5 tính Q theo (1.4.3) được Q = 1,28 đảm bảo ảnh hưởng sai số điểm gốc < 13%. Khi đó tính được sai số tương ứng ở các cấp :

$$\Delta h_{II} = \frac{\Delta h}{k^2 Q} = \pm 10,4mm;$$

$$\Delta h_{III} = \frac{\Delta h}{kQ} = \pm 16,6\ mm;$$

$$\Delta h_{IV} = \frac{\Delta h}{Q} = \pm 23{,}4mm \qquad (1.4.4)$$

Trong xây dựng lưới ô vuông thường được dùng đồng thời làm lưới khống chế độ cao. Khi đó các đường chuyền độ cao chính là các đường chuyền độ cao khép kín hạng III. Bên trong được tăng dày bằng các đường chuyền độ cao hạng IV (hình 1.3).



Hình 1.3. *Sơ đồ lưới độ cao.*

Chiều dài của đường chuyền độ cao phải thoả mãn điều kiện (1.4.4).

Nếu điểm độ cao trong lưới có sai số lớn nhất cho phép là ± 23,4*mm*. Theo quy phạm đường chuyền độ cao hạng IV có sai số :

$$fh_{IV}^{CP} = \pm 20\ mm\sqrt{L}\ (km)$$

Với sai số đường chuyền độ cao nối hai điểm :

$$fh_{IV}^{CP} = \pm 23{,}4mm\sqrt{2} = \pm 33{,}1mm.$$

Chiều dài của đường chuyền độ cao có thể tính theo biểu thức:

$$20\sqrt{2} = \pm 33{,}1mm \qquad (1.4.5)$$

hay

$$L = (33{,}1 : 20)^2 = \pm 2{,}7km \qquad (1.4.6)$$

Theo quy phạm, sai số đo cao hạng III :

$$f_{hIII} = \pm 10mm\sqrt{L}\ (km) \qquad (1.4.7)$$

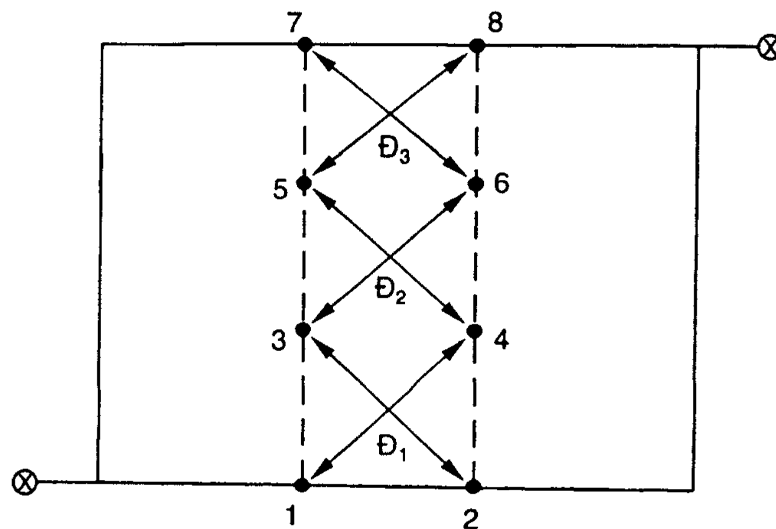
Tính được chiều dài của đường chuyền độ cao hạng III :

$$10mm\sqrt{L}\ (km) = \pm 33{,}1mm \tag{1.4.8}$$

$$L = \pm(\ 33{,}1mm : 10\ )^2 = \pm\ 10{,}9km \tag{1.4.9}$$

Trong trường hợp các đường chuyền độ cao có độ dài lớn hơn so với các độ dài cho phép tính ở trên thì phải đo nối chúng với các mốc độ cao hạng trên cần được xây mới để bảo đảm độ dài đường chuyền cho phép.

Lưới xây dựng thường được thiết kế ở dạng lưới ô vuông nên các đường chuyền độ cao có thể đo theo sơ đồ (hình 1.4). Trong đó trạm $Đ_1$ đo các mốc 1, 2, 3, 4; Trạm $Đ_2$ đo các mốc 3, 4 5, 6. Trạm $Đ_3$ đo các mốc 5, 6, 7, 8...



Hình 1.4. Sơ đồ đường chuyền độ cao.

1.4.2. Đánh giá độ chính xác của lưới

Sai số điểm i trên đường chuyền nối hai mốc độ cao tính từ công thức tính trọng số :

$$p_i = \frac{n}{i(n-i)} \tag{1.4.10}$$

hoặc:

$$p_i = \frac{L}{L_i(L-L_i)} \tag{1.4.11}$$

Trong đó:

n - số trạm máy trên tuyến;

i - số điểm từ điểm gốc tới điểm i;

L - chiều dài toàn tuyến;

L_i - chiều dài từ điểm gốc tới điểm i.

Sai số trung phương của điểm nút độ cao tính theo công thức :

$$m_K = \mu\sqrt{\frac{C}{p_K}} \qquad (1.4.12)$$

Trong đó :

μ - sai số của đơn vị trọng số;

p_K - trọng số của điểm nút;

$p_K = \sum_{i=1}^{n} P_i$;

p_i - trọng số của tuyến i tới điểm nút;

C - hằng số tự chọn.

1.4.3. Đặc điểm đo cao trong trắc địa công trình

Các phương pháp đo cao thường dùng trong trắc địa công trình :

- Đo cao hình học với tia ngắm ngắn;
- Đo cao lượng giác với tia ngắm ngắn;
- Đo cao thủy tĩnh.

Chênh cao giữa các điểm thường được xác định ở khoảng cách nhỏ hơn 25*m*. Sai số trạm máy thường được đo với độ chính xác cao m_h = 0,03 - 0,05*mm*.

Để giảm sai số khi đo, thường chọn máy có độ chính xác cao, kiểm tra xác định giá trị của bộ đo cực nhỏ. Áp dụng các biện pháp thích hợp để giảm sai số đo như :

- Lắp đế máy chuyên dụng cho phép thay đổi đều đặn chiều cao đế máy;
- Sử dụng máy ngắm chuyên dụng cho phép tăng độ chính xác đọc số;
- Khi đo chọn thời gian đo thích hợp, tránh nắng chiếu một phía để giữa ổn định góc i, nếu đặt máy trên nền cứng cần chú ý tránh trơn, trợt. Khi cần thiết phải dùng đế chuyên dùng để đặt máy.

Đối với đo cao lượng giác có thể áp dụng các phương pháp như đo một chiều, đo hai chiều là đo đi và đo về hoặc đo từ giữa. Khi đo nên chọn thời tiết tốt. Khi điều kiện đo tốt, đo cao lượng giác có thể đạt độ chính xác tương đương hạng III.

Trong điều kiện không gian chật hẹp, không thể áp dụng phương pháp đo cao hình học và đo cao lượng giác thì áp dụng phương pháp đo cao thủy tĩnh. Với các dụng cụ được chế tạo tinh vi, đo cao thủy tĩnh có thể đạt độ chính xác tương đương đo hình học.

1.5. CÔNG TÁC TRẮC ĐỊA TRONG GIAI ĐOẠN LẬP DỰ ÁN CÔNG TRÌNH

Dự án các công trình dạng tuyến như đường bộ, đường sắt, kênh mương...được lập trên cơ sở khảo sát các đặc trưng kinh tế, kĩ thuật. Các bản đồ tỉ lệ lớn từ 1: 25 000 đến 1: 5 000 là các tài liệu cần thiết và phù hợp cho giai đoạn khảo sát lập dự án. Sau giai đoạn khảo sát nội nghiệp, trên bản đồ được đánh dấu các tuyến đã được vạch theo dự kiến của công trình. Trên các tuyến đó có đánh dấu các khu vực địa hình đặc biệt như những vật cản tự nhiên hay nhân tạo lớn, những khu vực địa hình phức tạp, cần phải đo vẽ bổ sung nếu tuyến công trình đi qua.

Khảo sát ngoại nghiệp được thực hiện sau khi đã kết thúc giai đoạn khảo sát nội nghiệp. Đoàn khảo sát ngoại nghiệp gồm các kĩ sư trắc địa, địa chất và xây dựng.

Trong giai đoạn khảo sát ngoại nghiệp phải xác định các tuyến trong bản đồ tương ứng ngoài thực địa, xác định các địa vật đặc trưng xung quanh tuyến, xác định các điểm mốc trắc địa trong mạng lưới quốc gia đã có ở gần các tuyến. Xác định các khu vực cần đo vẽ lại trên bản đồ. Trong trường hợp này thường đo các loại bản đồ tỉ lệ lớn 1:10 000 với khoảng cao đều cơ bản 5*m*. Có thể dùng các phương pháp đo vẽ bản đồ trực tiếp hoặc gián tiếp bằng ảnh hàng không.

Trong dự án công trình cần các tài liệu sau:

- Thuyết minh ý nghĩa kinh tế, kĩ thuật của dự án sẽ được được xây dựng;

- Sơ đồ tuyến công trình ở tỉ lệ 1: 50 000 ÷ 10 000;

- Mặt cắt dọc của các tuyến dự kiến xây dựng công trình;

- Các thông số khác nhau giữa các tuyến như: độ dốc, bán kính cong, độ dài tuyến ...

- Các sơ đồ và tính toán khái lược các công trình dọc tuyến sẽ xây dựng như: cầu, cống, các khu vực đào, đắp với khối lượng lớn ....

Quy trình công nghệ khảo sát tuyến đường như sau:

1.5.1. Khảo sát điều tra trước khi thiết kế để thành lập báo cáo kinh tế - kĩ thuật

1. Khảo sát kinh tế giao thông:

- Tìm hiểu lực lượng lao động trên khu vực khảo sát. Chỉ rõ những khu vực trọng tâm của tuyến, nơi sẽ thực hiện sự chuyển lưu giao thông của tuyến cũ sang tuyến đường mới thiết kế;

- Xác định trên bản đồ tỉ lệ nhỏ phương án tuyến kinh tế nhất, dự kiến trước cường độ chuyển động trên tuyến đó,

- Dự tính các đặc trưng kĩ thuật của tuyến đường (cấp đường, số làn xe chạy, tốc độ chuyển động thiết kế...).

2. Chọn hướng đi cơ bản của tuyến:

- Định tuyến trong phòng theo các phương án tuyến lên trên bản đồ tỉ lệ hình trung bình (1:50 000 - 1:25 000);

- Thành lập sơ đồ và bình đồ ảnh trên những khu vực phức tạp dựa vào các tài liệu đo vẽ ảnh hàng không hiện có;

- Nghiên cứu các tài liệu thăm dò và đo vẽ địa chất của những năm trước đây;

- Đo vẽ ảnh hàng không (khái quát) những chỗ vượt lớn và những khu vực phức tạp ở tỉ lệ 1:30 000 - 1: 40 000.

- Khảo sát ngoài thực địa các khu vực phức tạp.

- Đo vẽ điều tra địa chất công trình.

- So sánh các phương án. Dự tính khối lượng công tác và giá thành.

3. Chọn hướng tuyến :

- Thành lập báo cáo kĩ thuật cho thiết kế tuyến đường.

1.5.2. Khảo sát thiết kế chi tiết để thành lập bản thiết kế kĩ thuật tuyến đường và các công trình dọc tuyến

1. Chọn phương án tuyến tối ưu:

- Đo vẽ ảnh hành không một dải dọc theo các phương án tuyến ở tỉ lệ 1:10 000 - 1:15 000;

- Xây dựng mạng lưới cơ sở mặt bằng và độ cao dọc tuyến. Đo nối ảnh hàng không. Tiến hành điều vẽ ở ngoài thực địa.

- Đo vẽ và điều tra địa chất công trình.

- Thành lập bình đồ ảnh của tuyến ở tỉ lệ 1: 5000 - 1: 10 000 với khoảng cao đều 2-5*m* bằng phương pháp đo vẽ ảnh lập thể. Khi thiết kế tuyến theo chương trình tự động hoá, có thể thành lập mô hình số bề mặt địa hình dựa vào các cặp ảnh lập thể.

- Thành lập bản đồ địa chất công trình bằng ảnh và bản đồ cảnh quan khu vực ở tỉ lệ đo vẽ ảnh hàng không.

- Định tuyến trong phòng và thiết kế các phương án tuyến. Tính toán khối lượng công tác. So sánh chỉ tiêu kinh tế-kĩ thuật các phương án tuyến và lựa chọn phương án tối ưu.

2. Khảo sát và chính xác hoá vị trí tuyến đường ngoài thực địa :

- Chuyển phương án tối ưu đã chọn ra thực địa dựa vào các địa vật. Khảo sát địa hình vị trí tuyến đường. Ở những chỗ địa hình phức tạp có thể phải sử dụng máy để định tuyến tại thực địa.

- Đo vẽ bản đồ địa hình tỉ lệ lớn những chỗ vượt, nhà ga, chỗ giao nhau với các đường giao thông, những khu vực phức tạp.

- Đo vẽ bản đồ địa chất công trình tỉ lệ lớn dọc tuyến. Đo đạc thủy văn khu vực xây dựng cầu.

- Thống nhất phương án tuyến với các địa phương và các cơ quan hữu quan.

1.5.3. Khảo sát trước khi xây dựng để thành lập bản vẽ thi công

1. Bố trí chi tiết tuyến đường ngoài thực địa:

- Định tuyến ngoài trời kết hợp bố trí các điểm cọc héctômét (H) và thủy chuẩn dọc tuyến.

- Đo vẽ bổ sung tỉ lệ 1: 500 - 1: 1000 với khoảng cao đều 0,5*m* vùng xây dựng cầu và những chỗ phức tạp.

- Đánh dấu vị trí các điểm cơ bản của tuyến.

2. Xây dựng cơ sở trắc địa cố định dọc tuyến:

- Thăm dò một dải rộng 30-50*m* về mỗi phía dọc tuyến và đánh dấu các điểm mốc mặt bằng, mốc độ cao cách nhau 400-500*m* bằng các mốc bê tông cốt thép.

- Xây dựng các mốc cơ sở mặt bằng và độ cao dọc tuyến.

3. Tiến hành các công tác điều tra thăm dò:

- Thăm dò địa chất công trình dọc tuyến, thăm dò khí tượng thủy văn và thổ nhưỡng khu vực;

- Đo nối trắc địa các lỗ khoan thăm dò địa chất và thủy văn;

- Thăm dò chi tiết khu vực cung cấp vật liệu xây dựng.

Tại những chỗ lượn của tuyến, người ta bố trí các đường cong chuyển tiếp và đường cong tròn. Đối với các đường cong có bán kính 500*m* và lớn hơn ta bố trí chi tiết với các cọc cách nhau 20*m*/điểm, với đường cong có bán kính dưới 500*m* - bố trí chi tiết với các cọc cách nhau 10*m*/điểm.

Sau khi xác định được điểm cọc 100*m* và bố trí chi tiết đường cong, người ta tiến hành đánh dấu tuyến. Các điểm cọc đánh dấu vị trí tuyến được đặt ngoài vùng đào đắp để có thể giữ được lâu dài trong quá trình xây dựng.

Thông thường khi định tuyến, các đỉnh góc ngoặt được đánh dấu khá cẩn thận. Nếu các điểm đánh dấu bị hư hỏng, người ta sẽ khôi phục lại nó. Trong trường hợp các đỉnh góc ngoặt rơi vào vùng đào đắp thì nó sẽ được đánh dấu bằng hai điểm ở hướng kéo dài các cạnh. Vị trí trục cầu, ống dẫn, chỗ giao nhau của tuyến với các địa vật trên tuyến cũng như các điểm cọc chẵn 100*m* được đánh dấu bằng các mặt phẳng hướng vuông góc với trục tuyến đường.

Các điểm đánh dấu tuyến được đánh số và mã hiệu. Khi đó cần chỉ rõ tên điểm đánh dấu, điểm nằm ở phía nào của tuyến, khoảng cách từ nó đến trục đường và ghi vào sổ đánh dấu tuyến.

Đồng thời với việc đánh dấu tuyến, để thuận lợi cho công tác thi công, cần chèn dầy mạng lưới độ cao thi công để sao cho cứ 4-5 điểm cọc H trên tuyến lại có một mốc độ cao. Có thể sử dụng các điểm địa vật kiên cố gần tuyến để làm các mốc độ cao này. Các điểm cọc 100*m* và toàn bộ dấu mốc độ cao cố định và tạm thời được đo kiểm tra lại độ cao. Để nâng cao độ chính xác tính toán khối lượng đào đắp thì ở những nơi địa hình có độ nghiêng theo hướng vuông góc với tuyến vượt quá 0,1 (khoảng 6°) cần đo thêm các mặt cắt ngang bổ sung.

Tất cả các thay đổi nảy sinh trong quá trình định vị tuyến phải chuyển ngay cho cơ quan thiết kế để thông qua.

1.6. KHẢO SÁT XÁC ĐỊNH TUYẾN

1.6.1. Xác định tuyến trên bản đồ

Sau khi đã xác định bản đồ chính dùng để khảo sát lập dự án, sẽ tiến hành xác lập các thông số kĩ thuật mặt bằng và độ cao của tuyến. Thường dùng bản đồ tỉ lệ 1: 25 000; 1:10 000 hoặc 1:5 000 để thiết kế .

Mặt cắt dọc khi vẽ thường chọn tỉ lệ bằng tỉ lệ của bản đồ, tỉ lệ chiều cao gấp 100 lần tỉ lệ chiều dài. Ví dụ khi dùng bản đồ 1: 25 000 để vẽ mặt cắt dọc thì tỉ lệ chiều dài là 1 : 25 000, chiều cao là 1 : 250.

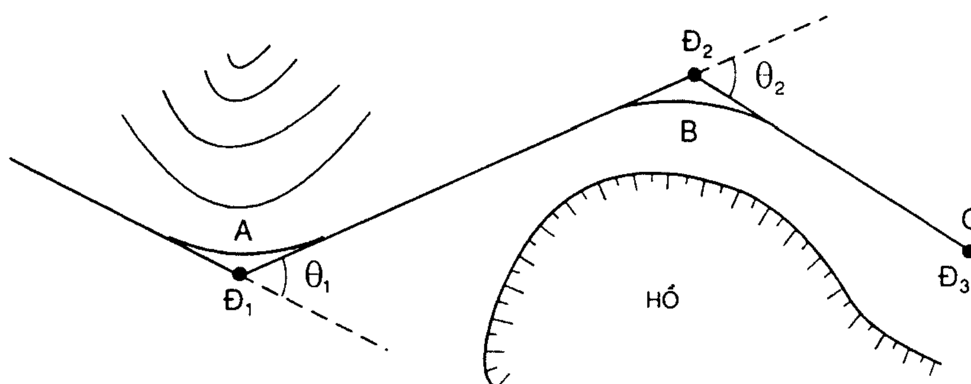
Tuyến trên bản đồ cần được xác định chính xác vị trí, xác định các đoạn đường thẳng, đường cong, độ dốc, góc ngoặt, bán kính cong ...

Trong quá trình xác định tuyến cố gắng đưa tuyến về gần với dạng đường thẳng nhất. Tuyến cần phải nối các khu dân cư, kinh tế quan trọng.

Trong quá trình xác định tuyến phải lưu ý đáp ứng các vấn đề như khả năng khai thác sử dụng, chi phí xây dựng cũng như liên kết các địa danh ngoài thực địa ...

Về khả năng khai thác và sử dụng, ví dụ thiết kế tuyến đường sắt để bảo đảm chi phí khai thác thấp nhất cần xác định dạng đầu tàu, số lượng toa của đoàn tàu ... để bảo đảm yếu tố này có thể xây dựng các công trình. Ngược lại nhằm mục tiêu chi phí xây dựng ít tiền lại phải tránh xây dựng các dạng công trình đắt tiền ở trên tuyến. Trong trường hợp này phải chọn phương án tối ưu nhất. Khi thiết kế cần lưu ý một số đặc điểm sau :

1. Trên mỗi điểm ngoặt công trình đều bị kéo dài một khoảng ΔS% (hình 1.5):



***Hình 1.5**. Độ dài tuyến tăng theo góc ngoặt.*

Với các góc ngoặt θ sẽ tính được gia tăng độ dài tuyến ΔS% tương ứng. Dưới đây là kết quả khảo sát tương quan giữa góc ngoặt θ và gia tăng độ dài :

$$\Delta S = \frac{AC - ABC}{AC}$$

Sau khi biến đổi nhận được :

$$\Delta S = \frac{1 - \cos\theta}{\cos\theta}$$

θ°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
ΔS%	1,5	6,4	15,5	30,5	55,5	100

Qua số liệu khảo sát ở trên ta thấy nên chọn góc ngoặt trong phạm vi 12° - 20°.

2.Tuyến đi trên khu vực địa hình có độ dốc tương đối ổn định

Ví dụ có chiều dài tuyến S độ cao h, thì độ dốc địa hình :

$$i = \frac{h}{S} \tag{1.6.1}$$

Theo thông số kĩ thuật thì độ dốc của tuyến là i_o là tối ưu nhất để đảm bảo tốc độ khi chạy tàu.

Khi chọn tuyến là i_o độ dài tuyến sẽ là S'

$$S' = \frac{i}{i_0}.S = \frac{h}{i_0} \tag{1.6.2}$$

$$\Delta S = S' - S = \frac{S(i - i_0)}{i_0} \tag{1.6.3}$$

Ví dụ tuyến dài S = 15*km*, chiều cao h = 300*m*, độ dốc i_0 = 0.01 thì

$$i = \frac{300}{15000} = 0{,}02$$

Tuyến bị kéo dài :

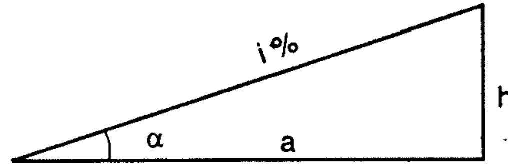
$$\Delta S = (15 \,.\, 0{,}02 - 0{,}018) : 0{,}018 \approx 1{,}6\ km.$$

3. Khi phải xác định tuyến trên bản đồ có độ dốc cho trước là i_o

Đầu tiên cần xác định tỉ lệ 1 : M của bản đồ, khoảng cao đến cơ bản h, từ đó xác định khoảng cách ngang trên bản đồ là a (hình 1.6.a)

$$a = \frac{h}{tg\alpha}; \; tg\,\alpha = i_o \qquad (1.6.4)$$

$$a = \frac{h}{i_0} \text{ hay } a = \frac{h}{i_0} \cdot \frac{1}{M}$$



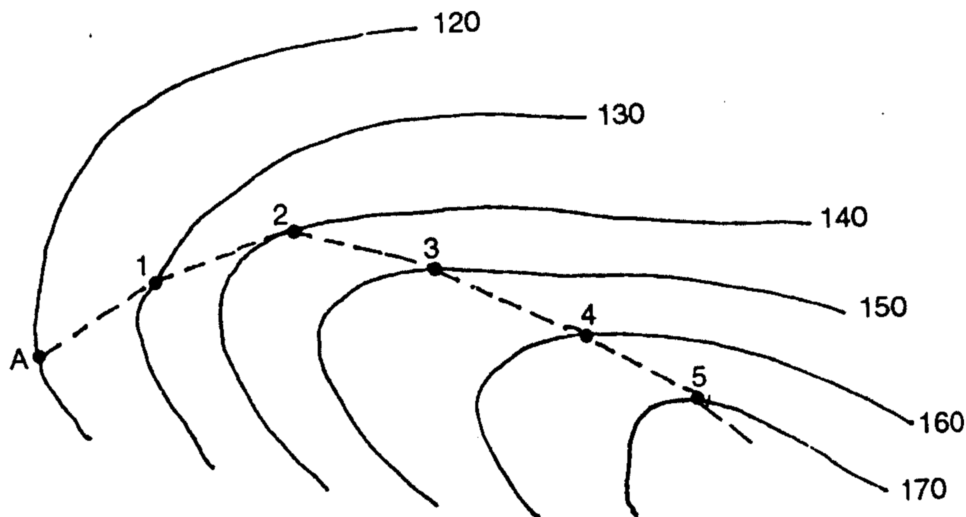
Hình 1.6,a. Xác định khoảng cách trên bản đồ theo độ dốc.

Ví dụ: Bản đồ 1 : 10 000, h = 2*m*, $i_o = 0{,}012$.

Tính được độ dài :

a = 2000:0,012.1:10 000 = 16,7*mm*.

Dùng compa đo mở một khoảng cách a = 16,7*mm* rồi xuất phát từ điểm A (hình 1.6.b) trên bản đồ xác định các điểm 1, 2 ... n sao cho khoảng cách giữa các đường đồng mức đều là a. Như vậy, tuyến sẽ vạch trên bản đồ đường gãy khúc có độ dốc không đổi là i_o.



Hình 1.6,b. Xác định đường có độ dốc không đổi trên bản đồ.

1.6.2. Định tuyến trên mô hình lập thể

Khi đo đạc trên các mô hình lập thể, chênh cao h của các điểm thực địa được tính như sau:

$$h = \frac{H.\Delta P}{b - \Delta P} \approx \frac{H}{b}\Delta P \qquad (1.6.5)$$

Trong đó :

H - độ cao bay chụp;

b - đường đáy ảnh có tỉ lệ của ảnh hành không;

ΔP - hiệu số thị sai dọc của các điểm quan sát.

Bởi vậy, công thức để xác định độ dốc trên thực địa bằng phương pháp đo ảnh :

$$i = \frac{h}{L} = \frac{H.\Delta P}{L.b} \qquad (1.6.6)$$

Trong đó :

L - Khoảng cách giữa các điểm cọc 100*m* trên thực địa.

Nếu biểu diễn L qua *l* ở tỉ lệ chụp, ta có :

$$L = \frac{l.H}{f_K}$$

và

$$i = \frac{f_K.\Delta P}{l.b} \qquad (1.6.7)$$

Trong đó :

f_k - tiêu cự của máy chụp ảnh hàng không.

Từ(1.6.6) và (1.6.7) chúng ta dễ dàng tìm được hiệu số thị sai dọc tương ứng với độ dốc định tuyến thiết kế i_{TK}, nếu như khoảng cách lấy trên thực địa:

$$\Delta P = \frac{L.b}{H}.i_{TK} \qquad (1.6.8)$$

hoặc

$$\Delta P = \frac{l.b}{f_K} i_{TK} \qquad (1.6.9)$$

nếu như khoảng cách *l* được đo trên ảnh.

Khi định tuyến bằng phương pháp đo ảnh, việc định hướng các tấm ảnh hàng không trên máy lập thể được tiến hành dựa vào các điểm cơ sở theo phương pháp thông thường. Người ta nghiên cứu địa hình, địa vật của mặt đất và các điều kiện địa chất và xác định được các phương án tuyến đường.

Ở vùng đồng bằng, việc định tuyến được tiến hành theo phương pháp thử. Bằng phương pháp đo ảnh người ta lập được các mặt cắt dọc theo các phương án tuyến và trên cơ sở đó lựa chọn một phương án tốt nhất. Ở vùng đồi núi, để định tuyến trước hết chúng ta tính trước đại lượng ΔP dựa vào độ dốc định tuyến cho trước và khoảng cách *l* đã tính được, rồi xác định trên các mô hình lập thể tuyến có khối lượng công tác bằng không. Đặt tiêu đo tại điểm đầu của tuyến (trên mô hình) và xác định số đọc ban đầu trên núm thị sai của máy đo vẽ lập thể. Thêm vào số đọc này giá trị tính toán ΔP (có dấu + hay - là tùy thuộc vào độ dốc). Di chuyển giá đỡ một khoảng *l*, ta sẽ tìm trên hướng tuyến một điểm mà tại đó tiêu đo tiếp xúc với bề mặt của mô hình. Điểm này sẽ tương ứng với độ dốc định tuyến. Tiếp tục, thêm vào số đọc ở núm thị sai đại lượng ΔP, di chuyển giá đỡ đi một khoảng *l*, và lại sẽ tìm được một điểm nữa mà tại dó tiêu đo tiếp xúc với mô hình. Sau khi định tuyến xong trên một mô hình lại chuyển sang định tuyến trên các mô hình tiếp theo.

Nhược điểm chủ yếu của phương pháp định tuyến trên các mô hình đơn là khi chuyển sang các mô hình tiếp theo cũng như khi phân tích mặt cắt dọc, chúng ta phải sử dụng lại các mô hình trước đó, nghĩa là phải định tuyến lặp trên các tấm ảnh hàng không. Điều đó làm mất khá nhiều chi phí về thời gian. Vì vậy để khắc phục người ta sử dụng máy đo vẽ lập thể. Với phương tiện này, có thể thành lập mô hình bề mặt thực địa trên một số lượng lớn các cặp ảnh lập thể.

1.7. CHUYỂN TUYẾN ĐÃ ĐƯỢC XÁC ĐỊNH RA THỰC ĐỊA

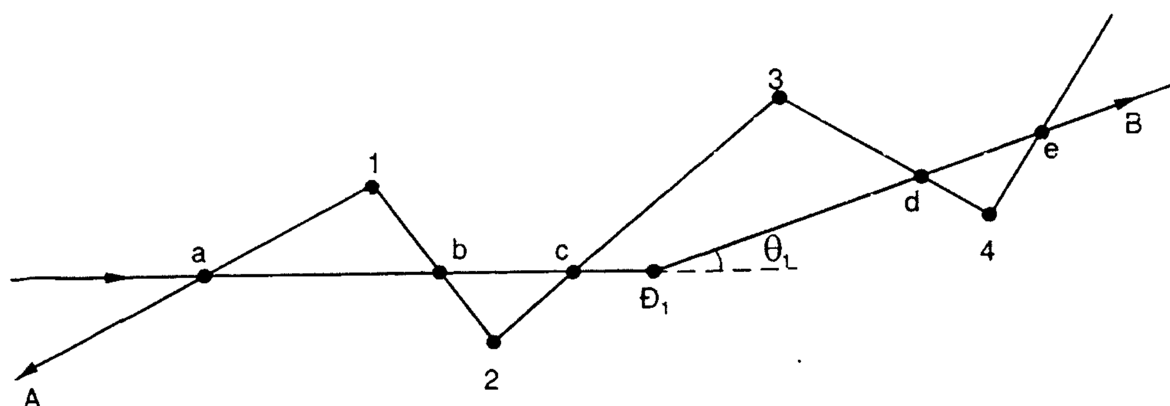
Sau khi tuyến đã thiết kế, trên bản đồ đã xác dịnh các đoạn đường thẳng, đường cong, góc ngoặt ...

Việc định tuyến ngoài thực địa bao gồm các công việc sau:

- Chuyển bản thiết kế ra thực địa;
- Định các cạnh của tuyến;
- Đo chiều dài dọc tuyến kết hợp với bố trí các điểm lý trình;
- Lập sơ đồ đánh dấu cọc lý trình;
- Bố trí các đường cong;
- Đo cao dọc tuyến, đồng thời bố trí các mốc độ cao;
- Đánh dấu tuyến đường;
- Đo nối tuyến với các điểm mốc trắc địa;
- Đo vẽ mặt bằng chỗ giao nhau của các tuyến đường;

- Hiệu chỉnh các tài liệu ngoại nghiệp, thành lập bình đồ và mặt cắt dọc tuyến.

Khi chuyển thiết kế ra thực địa cần phải xác định các thông số cần thiết trên bản đồ (hình 1.7).



Hình 1.7. Chuyển tuyến ra ngoài thực địa.

Trên hình 1.7 xác định khoảng cách 1a, 1b. Ngoài thực địa dùng máy đo kinh vĩ đặt ở 1 ngắm về A bố trí điểm a ; ngắm về 2 bố trí điểm b. Lần lượt như vậy bố trí các điểm a, b, c ... e ở ngoài thực địa.

Các điểm ngoài thực địa cần cố định bằng cọc gỗ thiết diện 5 × 5 ÷ 7 × 7*cm*. Cách các mốc đó 1 ÷ 2*m* cần được đánh dấu bằng sơn vào các cây to hay tảng đá ...

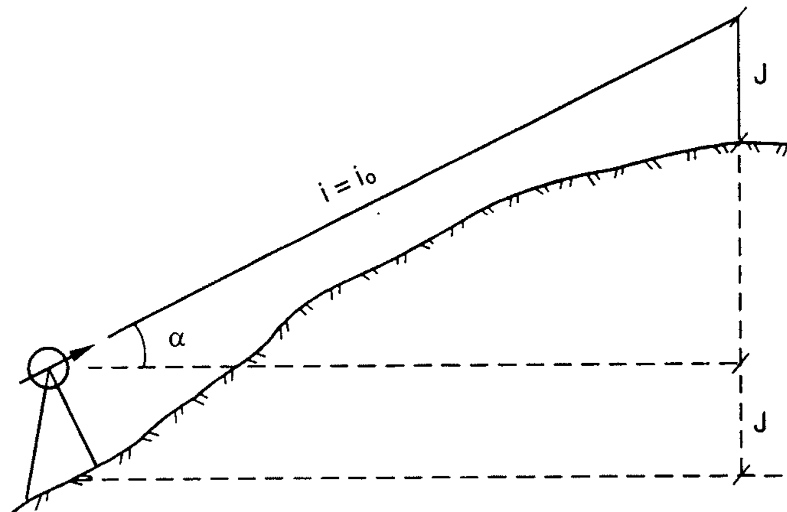
Trường hợp đỉnh góc ngoặt $Đ_1$ xác định bằng máy kinh vĩ trên cơ sở giao của hai hướng xác định bởi các điểm bc và de . Góc ngoặt θ tại đỉnh $Đ_1$ được đo bằng máy kinh vĩ .

1.8. VẠCH TUYẾN ĐƯỜNG NGOÀI THỰC ĐỊA KHI KHÔNG CÓ TRƯỚC CÁC BẢN ĐỒ

Trong trường hợp không có bản đồ việc xác định tuyến ngoài thực địa tiến hành theo hai bước. Bước đầu chọn trục của tuyến công trình ngoài thực địa. Bước hai tiến hành đo mặt cắt dọc, mặt cắt ngang của tuyến. Trước khi thực hiện ngoài thực địa có thể dùng các bản đồ tỉ lệ 1: 100 000 hoặc 1: 50 000 để vạch tuyến sơ bộ .

Vạch tuyến ngoài thực địa thường dùng máy kinh vĩ. Từ điểm xuất phát theo hướng đã xác định tiến hành định tuyến. Trên khoảng cách 200÷ 300*m*

đặt mia, máy kinh vĩ ngắm về mia tại vị trí J bằng độ cao của máy . Đọc góc nghiêng nếu góc nghiêng đảm bảo hướng ngắm có độ dốc nhỏ hơn i_o cho trước là được (hình 1.8).



Hình 1.8. *Vạch tuyến ngoài thực địa bằng máy kinh vĩ.*

Trong trường hợp địa hình phức tạp, bề mặt bị chia cắt mạnh, có thể dùng máy kinh vĩ để xác định đường có độ dốc không đổi i_0 cho trước.

Tại điểm xuất phát của tuyến, đặt máy kinh vĩ. Đo độ cao j của máy, đặt ống kính ở góc nghiêng i_0, sau đó đi mia về hướng cần vạch tuyến. Xác định điểm xa nhất có thể, sao cho khi máy với tia ngắm nghiêng i_o đã định ngắm tới mia có số đọc là j. Như vậy là đường nối hai điểm này có độ dốc i_0. Tại điểm mia vừa xác định ta chuyển máy kinh vĩ tới và tiếp tục làm như trên. Kết quả sẽ nhận được tuyến có độ dốc cho trước trên hướng cần vạch tuyến tại thực địa .

1.9. ĐO GÓC VÀ ĐỘ DÀI TUYẾN

Góc tại đỉnh các đường cong trên tuyến được đo bằng máy kinh vĩ có độ chính xác $t < 1'$ với ít nhất một vòng đo theo phương pháp đo cơ bản. Góc ngoặt θ khi tuyến ngoặt bên phải tính theo công thức (hình 1.9) :

$$\theta_1 = 180° - \beta_1 \qquad (1.9.1)$$

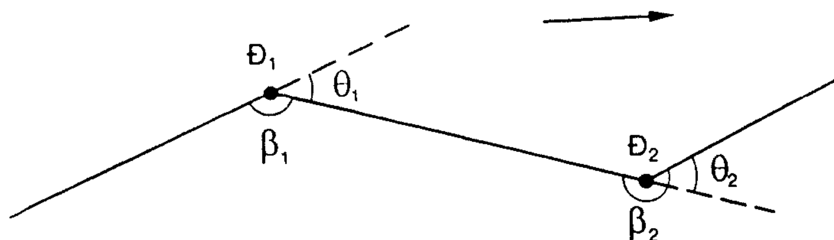
Khi tuyến ngoặt bên trái tính theo biểu thức :

$$\theta_2 = \beta_2 - 180° \qquad (1.9.2)$$

Trong sổ đo góc cần ghi chú số góc được đo tại các điểm đỉnh của tuyến rẽ phải hay trái.

Góc ngoặt tại đỉnh sau khi đo có thể kiểm tra theo cách sau :

Ở vị trí I của ống kính tìm số đọc 0° trên vành độ ngang. Sau khi định hướng về điểm sau tiến hành đảo kính, ngắm về điểm trước, bắt mục tiêu, đọc số đo vành độ ngang, được trị số β'.



Hình 1.9. *Đo đỉnh đường chuyền.*

Nếu góc đo đúng, thì :

$$\beta + \beta' = 360^{\circ}$$

Độ dài trên tuyến thường được đo đồng thời với khi đo góc. Tận dụng các máy khi đo góc để định tuyến đo khoảng cách. Các cọc trên thường đặt cách máy 60 ÷80*m* để xác định hướng khi đo khoảng cách. Trong quá trình đo cần xác định lý trình của tuyến đường là các cọc kilômet K_i và hectômet H_J, vị trí các đỉnh góc ngoặt của tuyến $Đ_i$. Việc đo khoảng cách thường thực hiện với hai thước thép :

- Thước thứ nhất để đo khoảng cách giữa hai đỉnh góc ngoặt. Sai số tương đối đo cạnh cần đạt 1: 1500 ÷ 1: 2000. Khoảng cách này có thể đo bằng mia ba la , máy đo cạnh ...

- Thước thứ hai dùng để đo lý trình xác định các cọc kilômét K_i và hectômet H_J, đồng thời kiểm tra kết quả đo của thước thứ nhất.

1.10. VẠCH LÝ TRÌNH DỌC TUYẾN

Như đã trình bày ở phần trên, khi đo khoảng cách dọc tuyến, thước thép thứ hai xác định các cọc kilômet K_i và hectômet H_J, đồng thời đo xác định

các địa vật đặc trưng dọc tuyến như chỗ đứt gãy của địa hình, chỗ giao điểm với các tuyến khác, các địa vật quan trọng. Đo khoảng cách các điểm đặc trưng đó tới các cọc H_J với độ chính xác đến một mét và các địa vật quan trọng tới centimét. Đồng thời có thể đo các mặt cắt ngang tại các khu vực địa hình đặc trưng. Vị trí của các mặt cắt ngang đó được xác định rõ vị trí trong lý trình.

Tại các đỉnh có các góc ngoặt θ_i, với bán kính cong R_i cho trước, tính được các yếu tố chính của đường cong như:

- Độ dài tiếp tuyến T;

- Độ dài đường cong K;

- Khoảng cách từ đỉnh ngoặt tới đường cong d;

- Chênh lệch khoảng cách theo tuyến và theo đường cong ΔD (hình 1.10).

Yếu tố chính của đường cong tính theo các công thức:

$$T = R.\frac{tg\theta}{2} \qquad (1.10.1)$$

$$K = \frac{\pi R\theta}{180^0} \qquad (1.10.2)$$

$$d = \sqrt{T^2 + R^2} - R \approx \frac{T^2}{2R} \qquad (1.10.3)$$

Sau đó tính vị trí trên lý trình của điểm tiếp đầu $T_Đ$ và điểm tiếp cuối T_C :

$$T_Đ = Đ - T$$

$$T_C = T_Đ + K \qquad (1.10.4)$$

Trong đó :

Đ - lý trình đỉnh đường cong;

T - độ dài tiếp tuyến;

$T_Đ$, T_C - lý trình của điểm tiếp đầu và tiếp cuối của đường cong.

Để kiểm tra tính :

$$T_C = Đ + T - \Delta D \qquad (1.10.5)$$

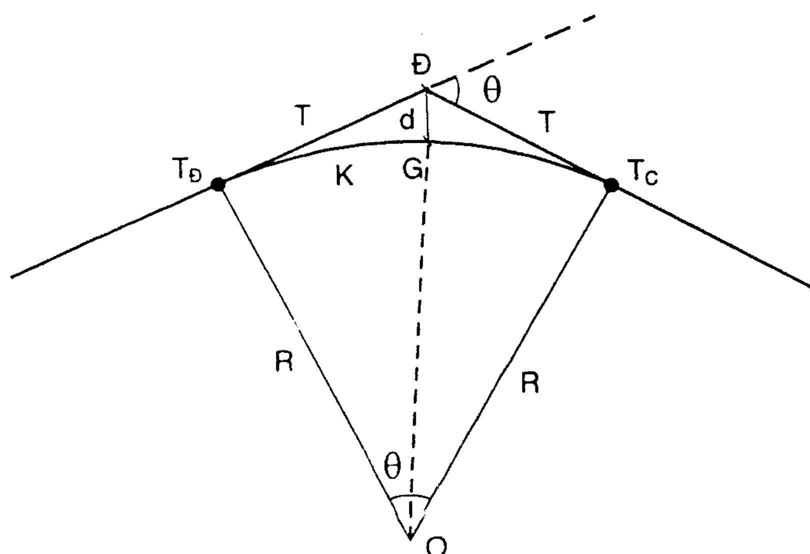
Ví dụ :

Vị trí đỉnh có lý trình Đ = 27 + 32,56 *m* ; góc ngoặt $\theta = 20^\circ\ 45,2'$; với bán kính cong R = 600*m* tính được:

T = 109,85*m*; K = 217,29*m* ; ΔD = 2,41*m* ; d = 9,97*m*.

Khi đó tính được vị trí điểm tiếp đầu và điểm tiếp cuối :

Đ =	27 + 32,56	Đ kiểm tra	27 + 32,56
T =	109,85	+T	1 09,85
$T_Đ$ =	26 22,71		28 42,41
K_C =	217,29	-ΔD	2,41
T_C =	28 40,00	T_C	28 40,00



Hình 1.10. *Xác định chiều dài tuyến.*

Điểm giữa đường cong được xác định trên hướng có góc là β/2 ở khoảng cách d = 9,97*m* đã tính được.

Để kiểm tra tính :

$T_Đ$ =	26 22,71	hoặc	T_C = 28 40,0
+K/ 2 =	01 08,64		-K/ 2 = 01 08,64
điểm giữa G =	27 31,35		G = 27 31,36

Góc ngoặt cần phải đo với độ chính xác là bao nhiêu để đảm bảo sai số tương đối dọc tuyến là 1: 3000.

Theo công thức 1.10.4 :

$$T = R\,tg\theta$$

viết được :

$$\frac{m_T}{T} = \frac{m_\theta}{\sin\theta}$$

hoặc sai số đo góc bằng tại điểm của tuyến tính theo công thức:

$$m_\theta = \frac{\rho.m_T}{T}\sin\theta$$

Ví dụ : $\theta = 30°00'$; $m_T : T = 1 : 3000$.

Tính được :

$$m_\theta = \rho .1 : 1000 . \sin30° \approx 0,6'$$

Như vậy, với máy kinh vĩ có độ chính xác t = 1' có thể đo góc bằng trong một vòng đo theo phương pháp đo cơ bản. Tương ứng với độ chính xác đo góc trên, khi đo dài cần phải đạt độ chính xác 1: 1000 ở đồng bằng và 1:500 ở vùng đồi núi.

Để kiểm tra lý trình dùng kết quả đo ở thước thứ nhất. Khoảng cách giữa các đỉnh được đo ở thước thứ nhất là :

$$S_{Đi.Đi+1} = H_{Đi+1} - H_{Đi} + \Delta D_n \qquad (1.10.6)$$

Trong đó :

$S_{Đi.Đi+1}$- khoảng cách từ đỉnh $Đ_i$ tới $Đ_{i+1}$;

$H_{Đi}$ - lý trình đỉnh $Đ_i$.

Ví dụ : lý trình :

$$Đ_i = H_{25} + 21,52 \text{ và } d_i = 5,85m$$

Đỉnh

$$Đ_{i+1} = H_{31} + 97,94$$

Khi đó khoảng cách giữa hai đỉnh $Đ_i$ và $Đ_{i+1}$ là :

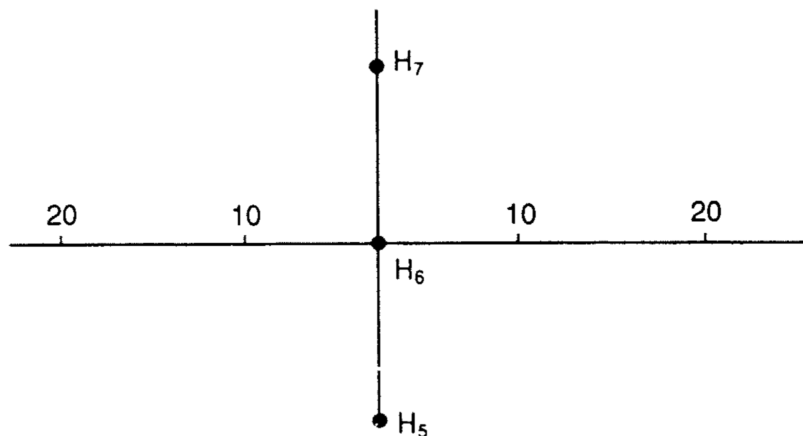
$$S_{Đi.Đi+1} = 31\ 97,94 - 25\ 21,52 + 5,85 = 682,27m$$

Kết quả $S_{Đi.Đi+1}$ tính được phải nằm trong khoảng chênh lệch cho phép so với kết quả đo $S_{i,i+1}$ ở thước thứ nhất

$$S_{Đi.Đi+1} - S_{i,i+1} < f_s^{CP}$$

Mặt cắt ngang đo ở các vị trí đặc trưng dọc tuyến được phát triển sang hai phía 15÷20*m*. Khoảng cách đó phụ thuộc bề rộng công trình và địa hình tại nơi đo mặt cắt (hình 1.11).

Vị trí các điểm chi tiết trên mặt cắt ngang phụ thuộc vào địa hình. Khi đo các điểm chi tiết đặt mia ở các vị trí mà địa hình thay đổi độ dốc. Nếu độ dốc tương đối ổn định thì các điểm chi tiết thường đặt cách đều nhau 5÷10*m*.

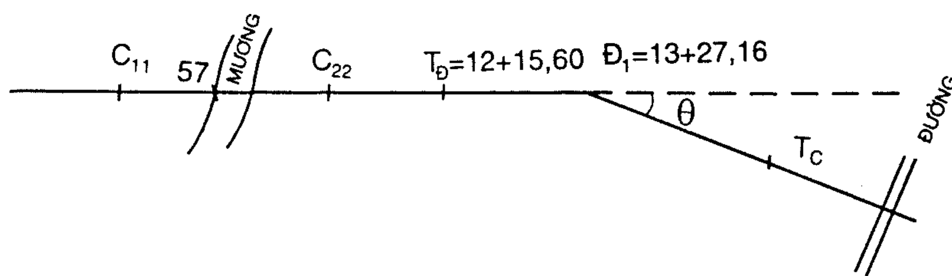


Hình 1.11. Sơ đồ mặt cắt ngang.

Đồng thời với khi đo lý trình phải ghi sơ đồ lý trình (hình 1.12).

Ví dụ :

$Đ_1$	22 + 52,86	Đ trái
- $T_Đ$	48,51	θ = 18°23,8'
$T_Đ$	22 04,27	R = 300*m*
+K	96,34	T = 48,59
T_C	23 00,61	K = 96,34
G	22 52,86	d = 3,91
+T	48,59	ΔD = 0,81
	23 + 01,45	
ΔD =	-0,84	T_C = 23 00,61



Hình 1.12. Sơ đồ lý trình tuyến.

Dọc theo tuyến có ghi chú các địa vật xung quanh trong khoảng cách nhỏ hơn 25*m*. Các cọc C_i được cố định ngoài thực địa bằng cọc gỗ có thiết diện $4 \times 4 \div 5 \times 5$ *cm*. Điểm tiếp đầu, điểm tiếp cuối và các đỉnh ngoặt được cố định bằng các mốc bê tông.

1.11. ĐO CAO KĨ THUẬT DỌC TUYẾN

Độ cao của các cọc K_i, H_J và mặt cắt ngang được xác định bằng đo cao kĩ thuật. Đồng thời trong khi đo lý trình cần bố trí các mốc độ cao. Trên khoảng cách 25*km* cần bố trí các mốc độ cao cố định, thường được gắn vào các công trình vĩnh cửu gần tuyến. Khoảng 2*km* xây dựng một mốc độ cao bằng bê tông nằm cách khu vực đào đắp của công trình $20 \div 30$*m*. Đo cao kĩ thuật cần thực hiện đo hai lần. Lần thứ nhất đường đo cao đi qua tất cả các cọc H_i các điểm đặc trưng dọc tuyến và nối với tất cả các mốc độ cao trên tuyến.

Lần thứ hai chỉ đo qua các mốc độ cao và các cọc H_i nối với các mốc đó, đồng thời tiến hành đo mặt cắt ngang.

Khi đo với máy thủy bình có độ phóng đại X>30 lần, độ nhạy ống của ống thủy dài $\mu < 15''$, khoảng cách máy tới mia là 100*m*, trường hợp đặc biệt có thể tới 150*m*.

Ngoài thực địa sai số trung phương của tia ngắm ngang, xác định nhờ ống thủy :

$$m''_L = 0{,}1\tau'' \qquad (1.11.1)$$

Sai số trung phương của số đọc trên mia :

$$m^Đ_{min} = 0{,}03t + 0{,}02\, S : X \qquad (1.11.2)$$

Trong đó :

τ - giá trị một khoảng chia của ống thủy dài;

t - giá trị nhỏ nhất vạch khắc trên mia;

S - khoảng cách từ máy tới mia;

X - độ phóng đại của ống kính.

Ví dụ :

$$\tau = 15'' ;\ t = 10mm ;\ S = 150m ;\ X = 30;$$

Tính được :

$$m_L = 1{,}5'' ;\ m_{mia} = \pm 1{,}3mm.$$

Sai số trung phương đọc số trên mia có thể theo công thức thực nghiệm của tác giả :

$$m_{mia}^{Đ} = \frac{t}{2K_X.\sqrt{3}} \qquad (1.11.3)$$

Trong đó :

K_X - hệ số phụ thuộc khoảng cách từ máy tới mia và hệ số phóng đại của ống kính. K_X thường lấy bằng 1 ÷ 3. Khi đo với máy có hệ số phóng đại của ống kính từ 20 ÷ 30 lần, trong khoảng cách nhỏ hơn S < 100*m*, lấy K_X=3; trong khoảng cách 100*m* < S < 200*m* lấy K_X = 2; trong khoảng cách 200*m* < S < 350*m* lấy K_X = 1.

Sai số trung phương đo cao từ máy tới mia :

$$m_h = \sqrt{m_{mia}^{Đ\,2} + \left(\frac{m_L.\rho''}{S}\right)^2} \approx \pm 2mm.$$

Độ chính xác trong đo cao kĩ thuật theo quy phạm là :

$$M_h^{KT} = \pm 50mm\sqrt{L}\ (km) \qquad (1.11.4)$$

Chênh lệch giữa hai lần đo cao không vượt quá chỉ tiêu ở (1.11.4).

Đối với các đường đo cao độc lập khép kín, hoặc các đường đo cao nối hai mốc đo cao cần thỏa mãn điều kiện :

$$m_h = \pm(20\sqrt{L} + 2L)mm \qquad (1.11.5)$$

Trong đó :

L - độ dài đường đo cao tính bằng *km*.

1.12. KIỂM TRA NỘI NGHIỆP

Sau khi định tuyến ngoài thực địa cần phải tiến hành tính kiểm tra nội nghiệp. Kiểm tra nội nghiệp cần tính độ cao, tính tọa độ của các điểm ở ngoài thực địa, đồng thời vẽ các mặt cắt. Khi kiểm tra sổ đo, đặc biệt lưu ý tính kiểm tra các góc ngoặt. Độ dài được tính kiểm tra thông qua kết quả của hai thước đo. Tính kiểm tra các thông số của các đường cong, lưu ý tính điểm đầu và điểm cuối của chúng. Các số liệu kiểm tra nên lập theo bảng và tính kiểm tra . Xem ví dụ sau :

Bảng 1.4 Lý trình tuyến

N^0	Lý trình	Góc quay		Bán kính	Tiếp đường tuyến cong			Chênh lệch
	C_i	θ_P	θ_T	R	T	K	d	ΔD
0	0 +0,00							
1	9+87,50		27°02'	600	144,23	283,09	17,05	5,37
2	18+26,62	18°30'		800	130,29	258,31	10,54	2,27
3	26+09,14	23 15		600	123,44	243,47	12,57	3,40
4	34+52,75	15 12		1000	133,43	265,29	8,86	1,57
5	44+83,10		35 40	500	160,85	311,25	25,24	10,45
6	50+98,94							
					692,24	1361.4		23,06

N^0	Điểm đầu	Điểm cuối			Góc định hướng	Tọa đỉnh độ đường cong	
	$Đ_Đ$	$Đ_C$	P	S	α	X	Y
0			843.27	987.50		5387.50	4127.45
1	8+43.27	11+26.36	569.97	844.49		5452.29	5112.84
2	16+96.33	19+54.64	531.06	784.79		5884.29	5838.34
3	24+85.70	27+29.17	590.15	847.01		6051.24	6606.16
4	33+19.32	35+84.61	737.72	1032.00		5890.11	7436.70
5	43+22.33	46+33.58	465.36	626.21		5435.00	8362.93
6						5538.33	8980.57
			3737.53	5122.00			

(1). Kiểm tra tổng độ dài của các tiếp tuyến và độ dài đường cong:

Hiệu của hai tổng trên bằng tổng chênh lệch độ dài ΔD :

$$2\sum T - \sum K = \sum \Delta D \qquad (1.12.1)$$

Trong đó :

$\sum T$ - tổng chiều dài tiếp tuyến;

$\sum K$ - tổng chiều dài đường cong.

(2.) Tính kiểm tra tổng các góc ngoặt phải và tổng các góc ngoặt trái :

$$\sum \theta_{Phải} - \sum \theta_{Trái} = \alpha_{cuối} - \alpha_{Đầu} \qquad (1.12.2)$$

(3.) Tính kiểm tra độ dài tuyến :

$$\sum P + \sum K = \sum S - \sum \Delta D = L \qquad (1.12.3)$$

Trong đó :

$\sum P$ - tổng độ dài các đoạn thẳng;

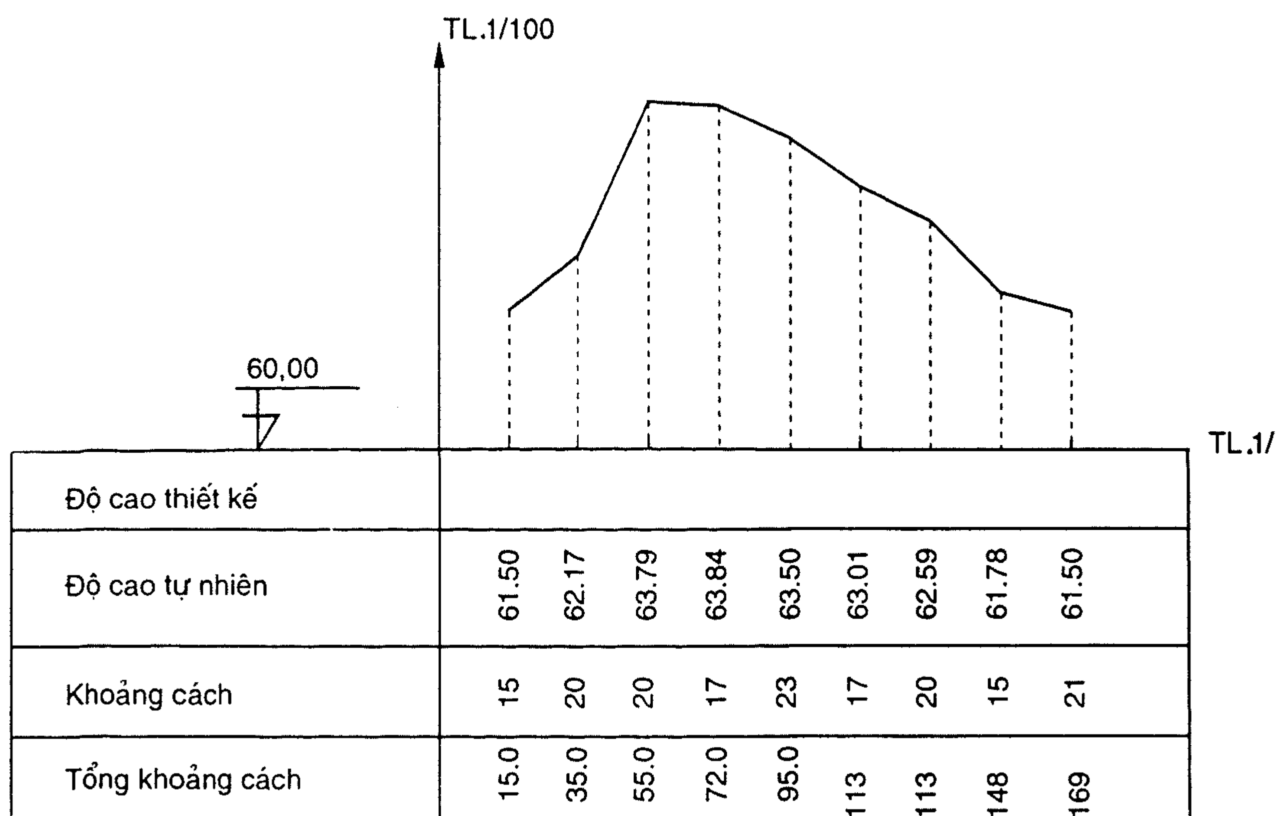
$\sum S$ - tổng khoảng cách giữa các điểm;

$\sum \Delta D$ -tổng khoảng cách kéo dài của tuyến.

(4.) Vẽ mặt cắt dọc

Sau khi tính song sổ đo cao chi tiết sẽ tiến hành vẽ mặt cắt dọc.

Tỉ lệ chiều cao thường lấy gấp 10 lần tỉ lệ chiều dài (hình1.13)



Độ cao thiết kế									
Độ cao tự nhiên	61.50	62.17	63.79	63.84	63.50	63.01	62.59	61.78	61.50
Khoảng cách	15	20	20	17	23	17	20	15	21
Tổng khoảng cách	15.0	35.0	55.0	72.0	95.0	113	113	148	169

Hình1.13. Mặt cắt dọc.

1.13. CÁC PHƯƠNG PHÁP NỐI ĐƯỜNG TRỤC VỚI MẠNG TRẮC ĐỊA

Trong thực tế có rất nhiều cách nối đường trục của công trình với mạng trắc địa. Việc chọn phương pháp để nối phụ thuộc vị trí các điểm trong mạng trắc địa hiện có trong khu vực công trình và điều kiện địa hình. Dưới đây là một số phương pháp thường được áp dụng.

1.13.1. Phương pháp 1

Cho tọa độ của hai điểm trong mạng lưới trắc địa là $A(X_{A.}Y_A)$ và $B(X_B,Y_B)$ (hình 1.14). Tìm trong khu vực gần điểm A hoặc B đỉnh của đường cong, ví dụ đỉnh $Đ_1$ làm điểm nối. Trong trường hợp này có thể xây dựng đường chuyền trắc địa treo; áp dụng khi số điểm của đường chuyền ít.

Đối với đường chuyền nối hai mốc, đỉnh $Đ_1$ là điểm i của đường chuyền. Từ tọa độ của các mốc A và B giải bài toán ngược, tính được góc định hướng :

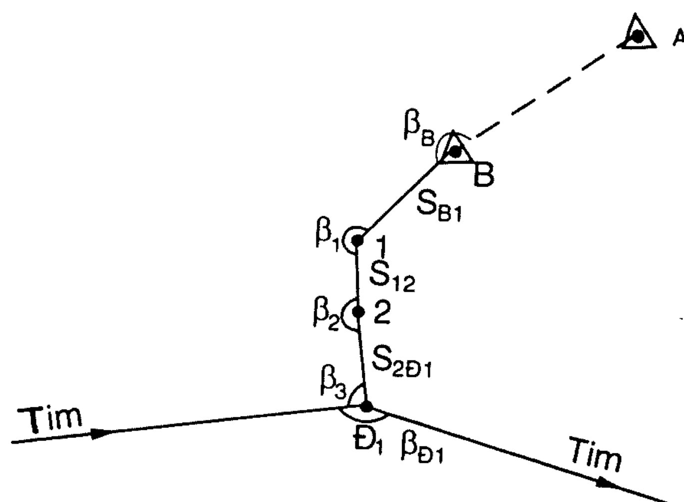
$$tg\alpha_{AB} = (Y_B - Y_A) : (X_B - X_A) = \Delta Y_{AB} - \Delta X_{AB} \qquad (1.13.1)$$

Lấy góc định hướng tính ở (1.13.1) làm gốc để tính góc định hướng của đường chuyền, đồng thời để tính chuyển sang đường trục của công trình.

Tọa độ của điểm đỉnh $Đ_1$ được tính từ điểm B theo công thức

$$X_{Đ1} = X_B + \sum\Delta X$$
$$Y_{Đ1} = Y_B + \sum\Delta Y \qquad (1.13.2)$$

Để kiểm tra, tính ngược từ điểm A tới, rồi lấy giá trị trung bình của hai lần tính.



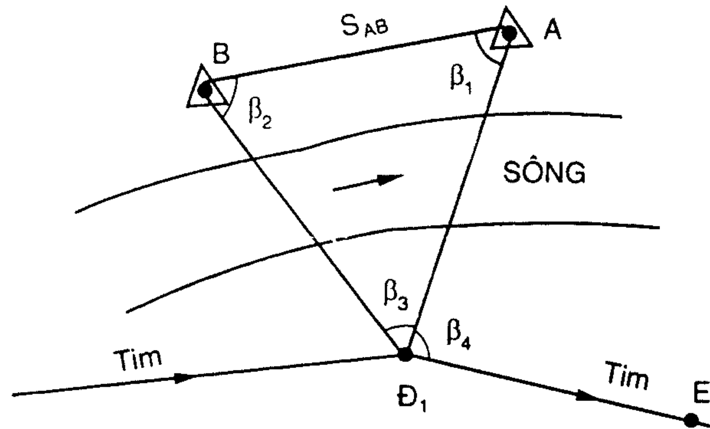
Hình 1.14. *Sơ đồ nối đường trục.*

1.13.2. Phương pháp 2

Trường hợp công trình cách các điểm mốc bởi các chướng ngại vật (hình1.15). Cần tìm đỉnh gần nhất của đường trục để liên kết với các mốc trắc địa. Ví dụ bằng tam giác đơn. Trong trường hợp này cần đo các góc β_i . các góc định hướng cần thiết tính được theo công thức sau:

$\alpha_{BĐ1} = \alpha_{BA} + \beta_2$; $\alpha_{AĐ1} = \alpha_{AB} - \beta_1$

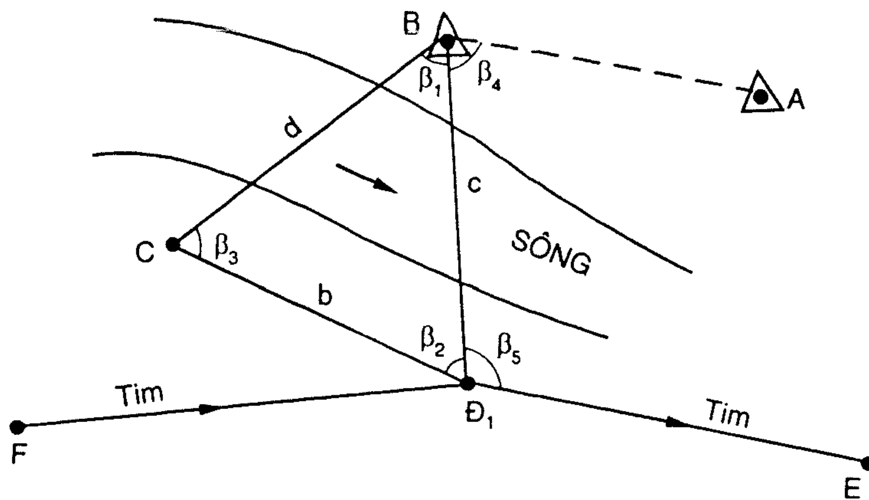
$\alpha_{Đ1E} = \alpha_{Đ1B} + \beta_3 + \beta_4 = \alpha_{Đ1A} + \beta_4$ (1.13.3)



Hình 1.15. *Nối đường trục bằng tam giác đơn.*

1.13.3. Phương pháp 3

Trường hợp công trình cách các mốc trắc địa bởi các chướng ngại vật và chỉ có một điểm mốc có thể nhìn thấy từ đỉnh đường trục công trình (hình1.16), còn điểm kia không thể tới được.



Hình 1.16. *Nối đường trục khi có một điểm nhìn thấy.*

Trong trường hợp này cần chọn một đường đáy b có một đầu là điểm đường cong và hợp với đường trục một góc >30°. Đo đường đáy b và các góc β_i. Các thông số cần thiết tính theo các công thức sau:

1. $BĐ_1 = c = (b.\sin\beta_3) : (\sin\beta_1)$; 2. $BC = d = (b.\sin\beta_2) : (\sin\beta_1)$;

3. $tg\,\alpha_{AB} = (Y_B - Y_A) : (X_B - X_A)$; 4. $\alpha_{BĐ1} = \alpha_{BA} + \beta_4$;

5. $\alpha_{BC} = \alpha_{BA} + \beta_1 + \beta_4$; 6. $\alpha_{CĐ1} = \alpha_{CB} + \beta_3$;

7. $\alpha_{Đ1E} = \alpha_{Đ1B} + \beta_5$; 8. $\Delta X_{BĐ1} = c.\cos\alpha_{BĐ1}$;

9. $\Delta Y_{BĐ1} = c.\sin\alpha_{BĐ1}$; 10. $\Delta X_{BC} = d.\cos\alpha_{BC}$;

11. $\Delta Y_{BC} = d.\sin\alpha_{BC}$; 12. $\Delta X_{CĐ1} = b.\cos\alpha_{CĐ1}$;

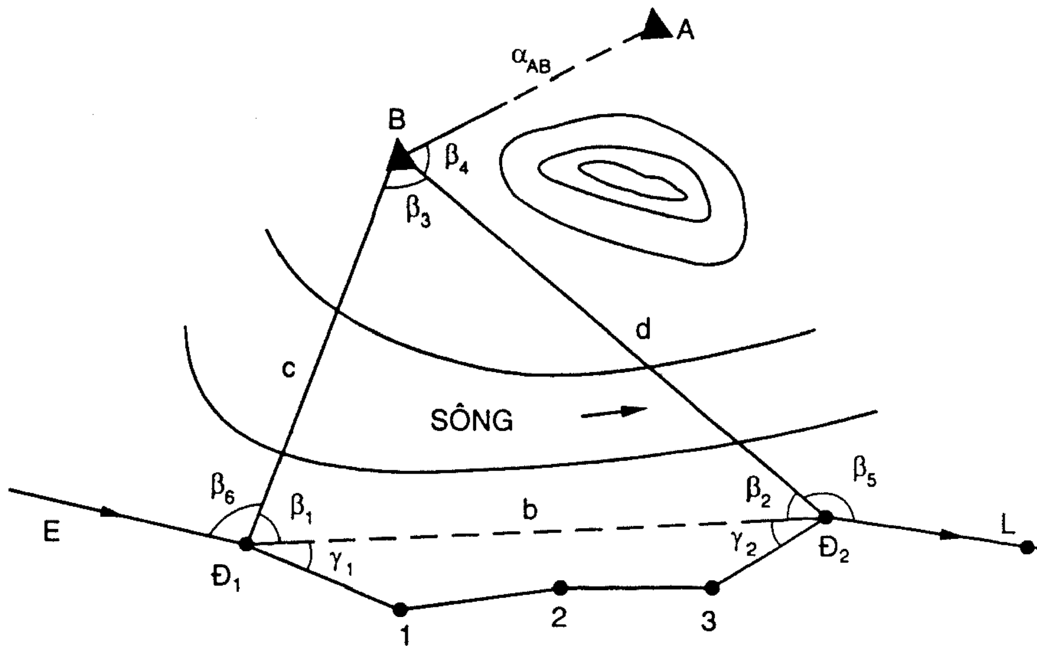
13. $\Delta Y_{CĐ1} = b.\sin\alpha_{CĐ1}$; 14. $X_{Đ1} = X_B + \Delta X_{BĐ1}$; 15. $Y_{Đ1} = Y_B + \Delta Y_{BĐ1}$;

Tính kiểm tra :

16. $X_{Đ1} = X_B + \Delta X_{BC} + \Delta_{CĐ1}$; 17. $Y_{Đ1} = Y_B + \Delta Y_{BC} + \Delta Y_{CĐ1}$ (1.13.4)

1.13.4. Phương pháp 4

Trường hợp các mốc trắc địa ở rất xa công trình (hình1.17). Khi đó tìm hai đỉnh gần các mốc nhìn thấy nhất và hai đỉnh đó phải nhìn thấy điểm nối làm hai điểm đầu và cuối của đường chuyền. Đo đường chuyền trắc địa nối hai điểm đỉnh đó và các góc β_i liên kết cần thiết.



Hình 1.17. Sơ đồ nối tuyến khi mốc trắc địa ở xa.

Ví dụ đường chuyền gồm năm điểm 1, 2, 3 và các đỉnh $Đ_1$, $Đ_2$. Các thông số cần thiết tính theo các công thức sau:

$$\alpha_{EĐ1} = \alpha_{Đ1B} + \beta_6$$

$$\alpha_{Đ2L} = \alpha_{Đ2B} + \beta_5 \quad (1.13.5)$$

Dùng các góc định hướng $\alpha_{Đ1E}$, $\alpha_{Đ2L}$ làm góc định hướng đầu và cuối của đường chuyền để tính góc định hướng của các cạnh trong đường chuyền.

Từ tam giác $BĐ_1Đ_2$ tính được tọa độ các điểm $Đ_1$ và $Đ_2$. Sau đó tính tọa độ các điểm trên đường chuyền nối đỉnh $Đ_1$ và $Đ_2$. Để tính kiểm tra tọa độ các điểm trên đường chuyền có thể coi tọa độ điểm $Đ_1$ bằng không rồi tính theo công thức:

$$X_{Đ2} = 0 + \sum \Delta X_{Đ1Đ2} = \sum \Delta X_{Đ1Đ2}$$

$$Y_{Đ2} = 0 + \sum \Delta Y_{Đ1Đ2} = \sum \Delta Y_{Đ1Đ2} \qquad (1.13.6)$$

Độ dài và góc định hướng cạnh $Đ_1$ $Đ_2$ tính theo công thức :

$$tg\alpha_{Đ1Đ2} = \frac{\sum \Delta Y_{Đ1Đ2}}{\sum \Delta X_{Đ1Đ2}}$$

$$D_{Đ1Đ2} = \frac{\sum \Delta Y_{Đ1Đ2}}{\sum \sin \alpha_{Đ1Đ2}} = \sqrt{\Delta Y^2 + \Delta X^2} \qquad (1.13.7)$$

Với kí hiệu $BĐ_1 = c$ và $BĐ_2 = d$, tính tọa độ các đỉnh của đường chuyền theo công thức :

$$X_{Đ1} = X_B + c.\cos\alpha_{BĐ1}; \quad Y_{Đ1} = Y_B + c.\sin\alpha_{BĐ1}$$

$$X_{Đ2} = X_B + d.\cos\alpha_{BĐ2}; \quad Y_{Đ2} = Y_B + d.\sin\alpha_{BĐ2} \qquad (1.13.8)$$

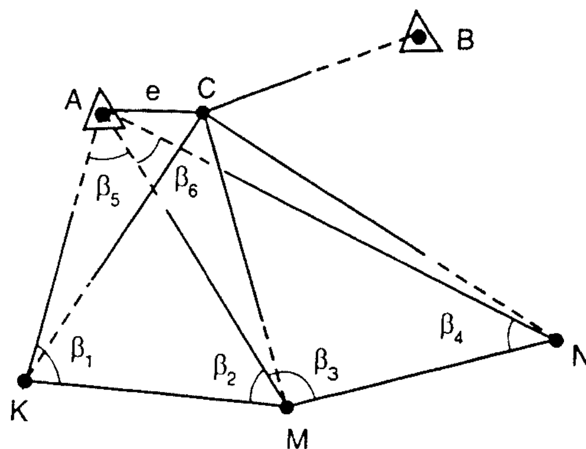
Tính kiểm tra theo công thức:

$$X_{Đ2} - X_{Đ1} = \sum \Delta X_{Đ1Đ2}$$

$$Y_{Đ2} - Y_{Đ1} = \sum \Delta Y_{Đ1Đ2} \qquad (1.13.9)$$

1.13.5. Phương pháp 5

Trường hợp mốc trắc địa A không thể đến gần có thể đo lệch tâm về điểm C. Điểm C lệch tâm so với điểm A một khoảng là e (hình 1.18).



Hình 1.18. Sơ đồ nối tuyến khi đo lệch tâm điểm mốc trắc địa.

Trong trường hợp này cần tính góc định hướng cạnh CB thông qua các góc β_5 và β_6

$$\beta_5 = 180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)$$

$$\beta_6 = 180^\circ - (\beta_3 + \beta_4) \qquad (1.13.10)$$

Sau đó giải các tam giác tính được các cạnh cần thiết theo các công thức sau:

$$AK = \frac{KM.\sin\beta_2}{\sin\beta_5}$$

$$AM = \frac{KM.\sin\beta_1}{\sin\beta_5} = \frac{NM.\sin\beta_4}{\sin\beta_6}$$

$$AN = \frac{NM.\sin\beta_6}{\sin\beta_3} \qquad (1.13.11)$$

Tính số cải chính độ lệch tâm cho các góc theo công thức:

$$\Delta\beta''_i = \frac{e.\sin\beta_i.\rho}{S_i} \qquad (1.13.12)$$

Cuối cùng tính góc cải chính theo công thức:

$$\beta''_i = \beta_i + \Delta\beta''_i \qquad (1.13.13)$$

1.13.6. Phương pháp 6

Trường hợp các điểm khống chế đều nằm cách xa công trình (hình 1.19) hoặc không thể đến được như ống khói, tháp chuông nhà thờ. Trong trường hợp đó phải chuyển tọa độ của các điểm khống chế xuống mặt đất. Bản chất của phương pháp như sau :

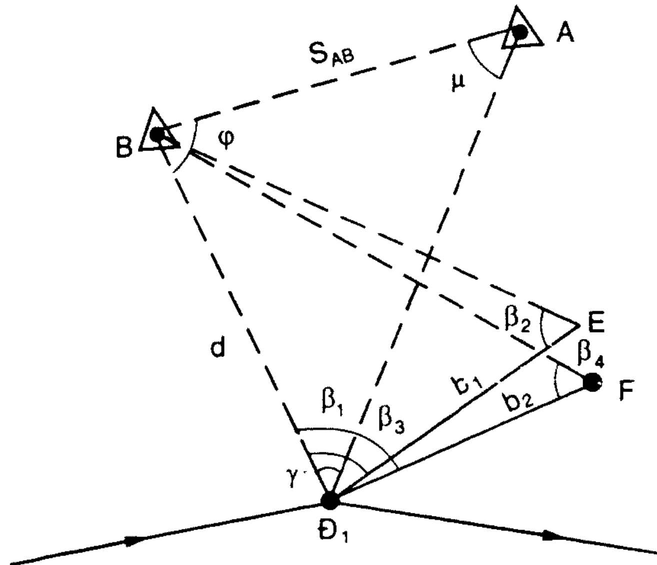
Chọn đỉnh của tuyến có địa hình bằng phẳng. Xây dựng hai đường đáy

$$Đ_1E = b_1 \; ; \; Đ_1F = b_2$$

Sau đó đo các góc bằng β_i , tính cạnh $BĐ_1 = d$. Từ tọa độ của các mốc A và B đã biết tính góc định hướng α_{AB} và khoảng cách ngang S_{AB}. Từ tỉ số

$$\frac{S_{AB}}{\sin\gamma} = \frac{d}{\sin\mu} \qquad (1.13.14)$$

Tính được góc μ . Từ góc μ và γ tính được góc φ. Đáy b_2 và các góc β_3, β_4 dùng để tính kiểm tra góc μ và góc φ.



Hình 1.19. Sơ đồ nối tuyến khi mốc ở xa.

1.13.7. Phương pháp 7

Trường hợp các điểm khống chế nằm xa các đỉnh và không thể đến được (hình 1.20).

Trong trường hợp đó đồng thời tính tọa độ của hai đỉnh. Từ đường chuyền $Đ_1 12 Đ_2$ là đỉnh của các góc ngoặt chọn hai đỉnh $Đ_1$ và $Đ_2$ sao cho khoảng cách giữa hai đỉnh vừa chọn gần bằng khoảng cách giữa hai mốc A và B , đồng thời đảm bảo hai đỉnh đó phải nhìn thấy cả hai mốc A và B. Đo các góc bằng β_i tại hai đỉnh sau đó tính khoảng cách $S_{Đ1Đ2}$. Khoảng cách đó tính từ đường chuyền tự do $Đ_1 12 Đ_2$. Tọa độ của hai đỉnh, góc định hướng và khoảng cách tính theo các công thức:

$$tg\,\alpha_{Đ1Đ2} = \frac{\sum \Delta Y}{\sum \Delta X} \qquad (1.13.15)$$

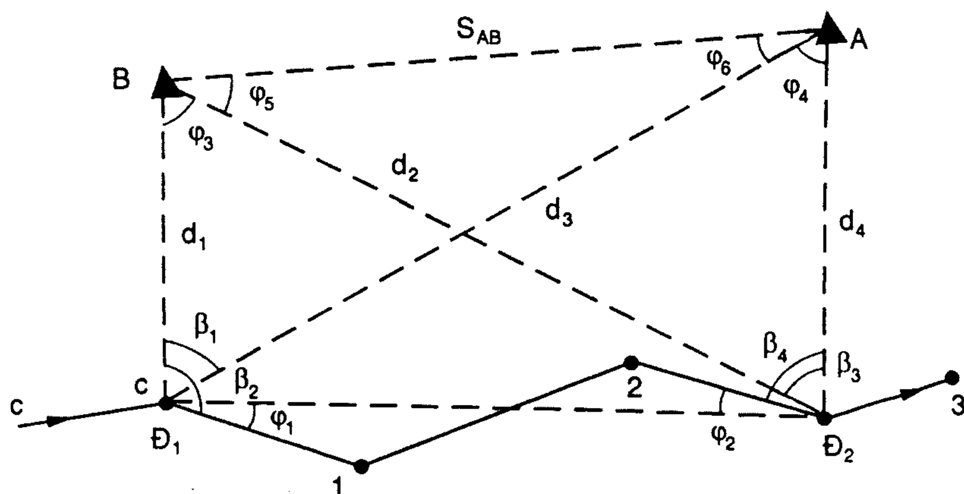
$$S_{Đ1Đ2} = \frac{\sum \Delta X}{\cos \alpha_{Đ1Đ2}} = \frac{\sum \Delta Y}{\sin \alpha_{Đ1Đ2}} \qquad (1.13.16)$$

Các góc φ_1, φ_2 tính theo các công thức:

$$\varphi_1 = \alpha_{Đ1.1} - \alpha_{Đ1.Đ2.}$$

$$\varphi_2 = \alpha_{Đ2.2} - \alpha_{Đ2.Đ1} \qquad (1.13.17)$$

Từ cạnh $S_{Đ1Đ2}$ và các góc β_i tính được các cạnh của các tam giác là d_1, d_2, d_3 và d_4 . Sau đó tính các góc định hướng $\alpha_{AĐ1}$, $\alpha_{AĐ2}$, $\alpha_{BĐ1}$ và $\alpha_{BĐ2}$. Cuối tính các gia số tọa độ $\Delta X_{BĐ1}$, $\Delta Y_{BĐ1}$, $\Delta X_{BĐ2}$, $\Delta Y_{BĐ2}$, $\Delta X_{AĐ1}$, $\Delta Y_{AĐ1}$, $\Delta X_{AĐ2}$ và $\Delta Y_{AĐ2}$. Bằng cách đó tính được tọa độ của hai điểm $Đ_1$ và $Đ_2$.



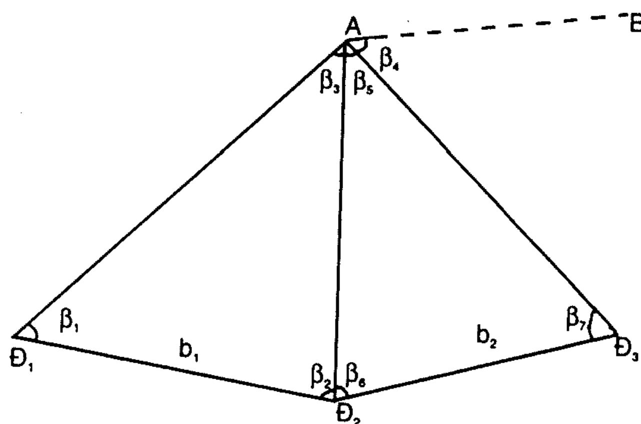
Hình 1.20. Sơ đồ nối tuyến khi đỉnh ở xa và không tới được.

1.13.8. Phương pháp 8

Trường hợp chỉ nhìn thấy một mốc trong mạng lưới trắc địa và mốc đó nằm ở trên cao nên chỉ có thể đo góc bằng đến các đỉnh của đường trục công trình (hình 1.21). Chọn ba đỉnh của tuyến công trình $Đ_1$, $Đ_2$ và $Đ_3$. Tiến hành đo các góc bằng β_i và đo hai đường đáy b_1 và b_2 . Cạnh $S_{AĐ2}$ tính được theo công thức :

$$S_{AĐ2} = \frac{b_1.\sin\beta_1}{\sin\beta_3} = \frac{b_2.\sin\beta_7}{\sin\beta_5} \qquad (1.13.8)$$

Sai số tương đối của cạnh giữa hai lần tính nhỏ hơn 1:10 000 đối với cạnh ngắn hơn 200*m* và nhỏ hơn 1: 5000 đối với cạnh dài hơn 200*m*. Sau đó tính được góc định hướng của các cạnh và tọa độ của các đỉnh $Đ_i$.



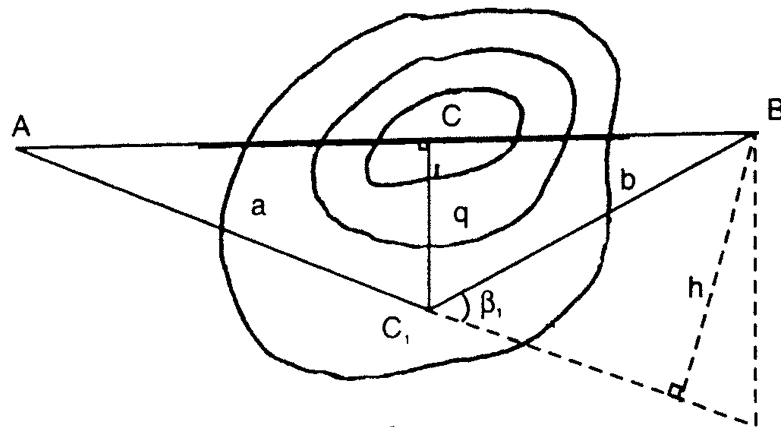
Hình 1.21. Sơ đồ nối tuyến khi mốc ở xa và không tới được.

1.14. ĐỊNH ĐƯỜNG THẲNG NGOÀI THỰC ĐỊA

Khi đo lý trình và xác định đường trục của tuyến, một trong những công việc thường xuyên phải làm đó là định đường thẳng để xác định các điểm kilômét K_i, điểm héctômét H_i. Nhưng vì điều kiện địa hình phức tạp, tầm ngắm giữa các điểm trên các đoạn thẳng nhiều khi không được đảm bảo. Trong các trường hợp đặc biệt đó có thể áp dụng một trong các biện pháp dưới đây để định đường thẳng.

1.14.1. Định đường thẳng nhờ điểm phụ

Trong trường hợp vì chướng ngại nên điểm A và B không thể nhìn thấy nhau (hình1.22), mà lại cần định điểm C nằm trên đoạn thẳng AB.



Hình 1.22. *Định đường thẳng qua chướng ngại vật.*

Có thể chọn điểm C_1, đo cạnh a , b và góc bằng β_1 sau đó tính q từ biểu thức:

$$S_{AB} \cdot q = a \,.\, h \qquad (1.14.1)$$

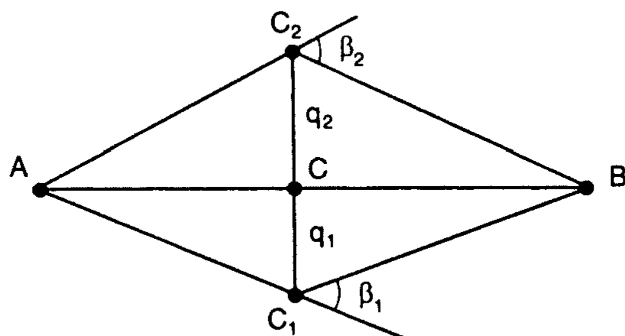
Nhưng :

$$S_{AB} \approx a + b \text{ và } h = b.\sin\beta_1 \qquad (1.14.2)$$

khi đó tính được q theo công thức :

$$q = \frac{a.b.\sin\beta_1}{a+b} = \frac{a.b.\beta_1}{(a+b).\rho} \qquad (1.14.3)$$

Điểm C có thể được xác định mà không cần đo cạnh a và b. Trong trường hợp này chọn hai điểm C_1 và C_2 nằm hai bên đoạn thẳng AB và gần điểm C sao cho đoạn C_1C_2 gần vuông góc với AB. Tiến hành đo các góc bằng β_1 và β_2 (hình 1.23).



Hình 1.23.
Định đường thẳng qua chướng ngại vật.

Cạnh C_1 C_2 tính được theo công thức :

$$S_{C_1C_2} = q_1 + q_2 = \frac{a.b.(\beta_1 + \beta_2)}{(a+b)} \qquad (1.14.4)$$

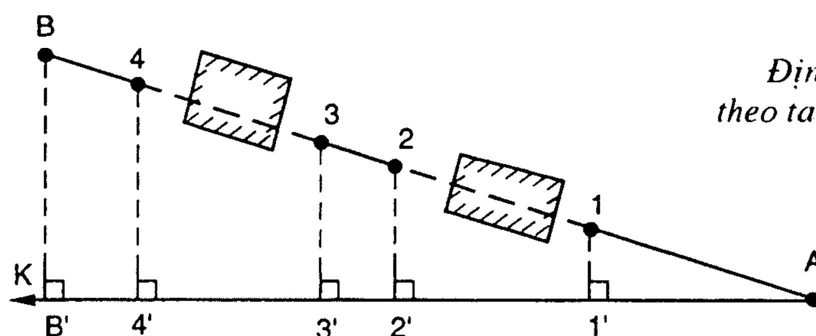
Gọi $\beta_1 + \beta_2 = \beta$, viết được :

$$q_1 = \frac{S_{C_1C_2} \cdot \beta_1}{\beta} \text{ và } q_2 = \frac{S_{C_1C_2} \cdot \beta_2}{\beta} \qquad (1.14.5)$$

Với khoảng cách q_1 và q_2 điển C được xác định hai lần nhằm loại bỏ sai số sai lầm và tăng độ chính xác .

1.14.2. Định đường thẳng theo tam giác đồng dạng

Trong trường hợp giữa đoạn thẳng AB có nhiều chướng ngại ta có thể dùng các tam giác đồng dạng để định các điểm trung gian (hình1.24).



Hình 1.24.
Định đường thẳng theo tam giác đồng dạng.

Vạch đường thẳng AK không đi qua các chướng ngại, xác định điểm B' sao cho BB' vuông góc với đường thẳng AK vừa vạch. Đo cạnh BB' và cạnh AB'. Để xác định các điểm 1, 2, 3 và 4 trên đoạn thẳng AB đo các đoạn

thẳng A1', A2', A3' và A4'. Tính các đoạn vuông góc 11' , 22' , 33', và 44' theo các tam giác đồng dạng theo các công thức :

$$11' = BB' . A1' : AB' = m . A1'$$

$$22' = BB' . A2' : AB' = m . A2'$$

$$33' = BB'. A3' : AB' = m . A3'$$

$$44' = BB' . A4' : AB' = m . A4' \qquad (1.14.6)$$

Trong đó m = BB' : AB' là độ nghiêng của đường thẳng AB so với AB'.

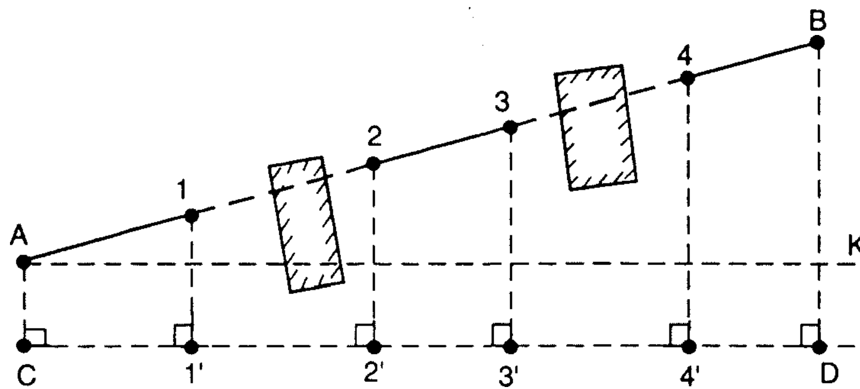
Bố trí các đoạn thẳng vừa tính được ở trên sao cho vuông góc với cạnh AK tại các điểm tương ứng; trên đường thẳng AB sẽ nhận được các điểm 1, 2, 3 và 4. Các điểm này sẽ nằm trên đường thẳng AB.

Trong điều kiện không thể vạch được đường thẳng AK, có thể vạch đường thẳng CD song song với đường thẳng AK (hình 1.25). Trong trường hợp này các đoạn thẳng vuông góc được tính theo các công thức sau:

$$11' = AC + \frac{C1'(DB - AC)}{CD} = AC + m . C1',$$

$$22' = AC + \frac{C2'(DB - AC)}{CD} = AC + m . C2'... \qquad (1.14.7)$$

Bằng phương pháp đồng dạng chúng ta có thể áp dụng nhiều dạng đồ hình khác, tuỳ theo những trường hợp cụ thể .

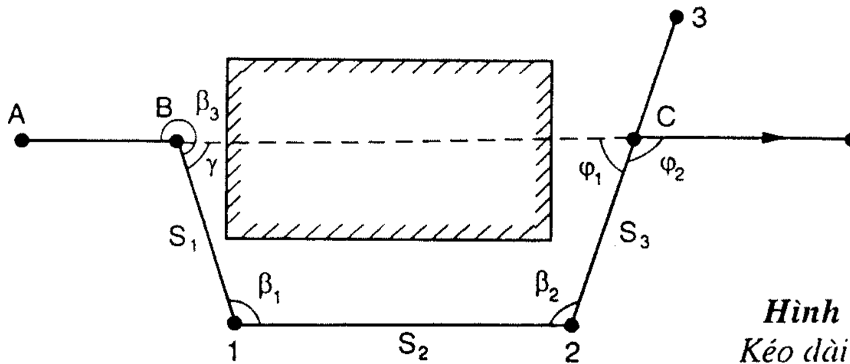


Hình 1.25. *Định đường thẳng theo tam giác đồng dạng và đường thẳng song song.*

1.14.3. Kéo dài hướng qua các chướng ngại

Phía trước đoạn thẳng AB có chướng ngại nên máy không thể ngắm qua được, như cần kéo dài đoạn thẳng đó (hình 1.26). Trong trường hợp này

dùng điểm A làm điểm đầu của đường chuyền, xây dựng đường chuyền gồm các điểm AB123 .



Hình 1.26.
Kéo dài hướng qua các chướng ngại.

Chọn hệ tọa độ cục bộ với trục 0X nằm trên đường thẳng AB. Khi đó cần xác định điểm C nằm trên đường thẳng AB có tọa độ $y_C = 0$. Đồng thời điểm C nằm trên cạnh của đường chuyền. Như vậy điểm C là giao điểm của đường thẳng AB và cạnh s_3. Điểm C cần tìm được xác định nhờ các khoảng cách s_{2C} và s_{3C} . Từ công thức tính tọa độ điểm C :

$$y_C = y_2 + s_{2C} \,.\, \sin \alpha_{23} = 0 \qquad (1.14.8)$$

rút ra:

$$s_{2C} = \frac{-y_2}{\sin \alpha_{23}}$$

Tương tự :

$$y_C = y_3 + s_{3C} \,.\, \sin \alpha_{32} = 0 \qquad (1.14.9)$$

và

$$s_{3C} = \frac{-y_3}{\sin \alpha_{32}}$$

Tính kiểm tra các khoảng cách trên theo công thức :

$$s_{2C} + s_{3C} = s_{23} \qquad (1.14.10)$$

Vị trí điểm C ở ngoài thực địa được xác định từ điểm 3 bằng cách đo trên cạnh s_{32} một đoạn s_{3C} và các góc φ_1 , φ_2. Các góc đó tính theo công thức:

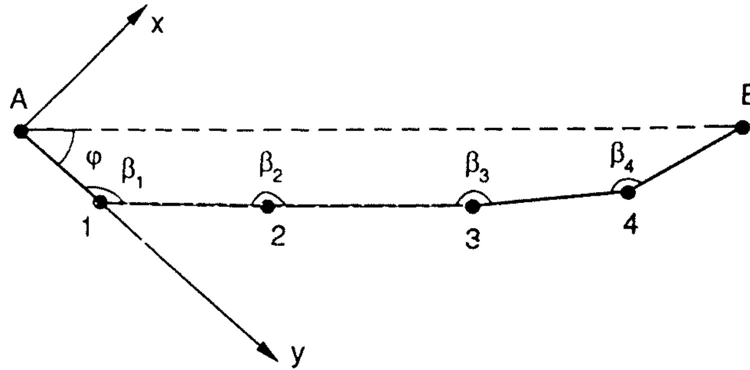
$$\varphi_1 = (n - 2) \,.\, 180^\circ - (\gamma + \sum\beta) \qquad (1.14.11)$$

$$\varphi_2 = \alpha_{32} = 180^\circ - \varphi_1 \qquad (1.14.12)$$

1.14.4. Định đường thẳng bằng đường chuyền

Khi giữa hai đỉnh A và B tầm ngắm không thông suốt, có thể xây dựng một đường chuyền A1234B (hình 1.27) Trên đường chuyên nàv đo các góc

bằng và các khoảng cách ngang cần thiết. Để tính tọa độ của các điểm thường chọn điểm đầu làm gốc với tọa độ $X_A = 0$, $Y_A = 0$; góc định hướng cạnh khởi đầu giả định $\alpha_{A1} = 90^o$.



Hình 1.27. Định đường thẳng bằng đường chuyền.

Tọa độ điểm B tính theo công thức :

$$X_B = \sum \Delta X$$

$$Y_B = \sum \Delta Y \qquad (1.14.13)$$

Từ tọa độ điểm B ở trên đi tính góc định hướng AB :

$$tg\alpha_{AB} = Y_B : X_B \qquad (1.14.14)$$

Sau đó tính góc φ :

$$\varphi = \alpha_{A1} - \alpha_{AB} = 90^o - \alpha_{AB} \qquad (1.14.15)$$

Phương pháp trên có thể áp dụng để bố trí trục của các đường hầm có khoảng cách ngắn.

1.14.5. Bố trí đoạn thẳng cắt các cạnh đường chuyền cho trước

Giả sử có hai cạnh đường chuyền 12 và 34, trên đó có các điểm A và B với các khoảng cách tương ứng S_{1A}, S_{2A}, S_{3B} và S_{4B} (hình 1.28). Cần bố trí đoạn thẳng AB ngoài thực địa.

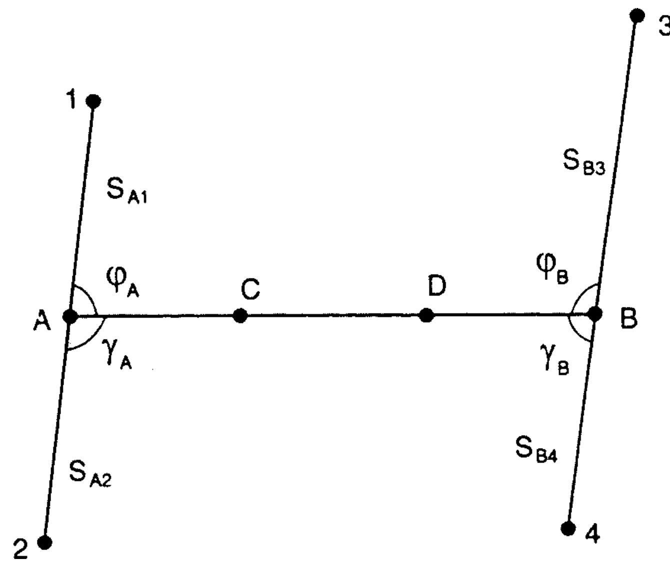
Trước tiên cần tính tọa độ của các điểm A và B :

$$X_A = X_1 + S_{1A}.cos\alpha_{12} = X_2 + S_{2A}.cos\alpha_{21}$$

$$Y_A = Y_1 + S_{1A}.sin\alpha_{12} = Y_2 + S_{2A}.sin\alpha_{21}$$

$$X_B = X_3 + S_{3B}.cos\alpha_{34} = X_4 + S_{4B}.cos\alpha_{43}$$

$$Y_B = Y_3 + S_{3B}.sin\alpha_{34} = Y_4 + S_{4B}.sin\alpha_{43} \qquad (1.14.16)$$



Hình 1.28. Bố trí đoạn thẳng cắt các cạnh đường chuyền cho trước

Vì AB là cạnh của đường chuyền mới nên viết được :

$$\alpha_{12} = \alpha_{1A} ; \alpha_{21} = \alpha_{2A}$$

$$\alpha_{34} = \alpha_{3B} ; \alpha_{43} = \alpha_{4B} \qquad (1.14.17)$$

Sau đó tính góc định hướng theo công thức :

$$\alpha_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

Các góc cần bố trí tính theo công thức:

$$\varphi_A = \alpha_{AB} - \alpha_{21} ; \varphi_B = \alpha_{43} - \alpha_{BA}$$

$$\gamma_A = \alpha_{12} - \alpha_{AB} ; \gamma_B = \alpha_{BA} - \alpha_{3B} \qquad (1.14.18)$$

Với các góc tính ở trên có thể bố trí được đoạn thẳng ở ngoài thực địa từ hai điểm A và B đã biết.

1.14.6. Bố trí đường thẳng tối ưu

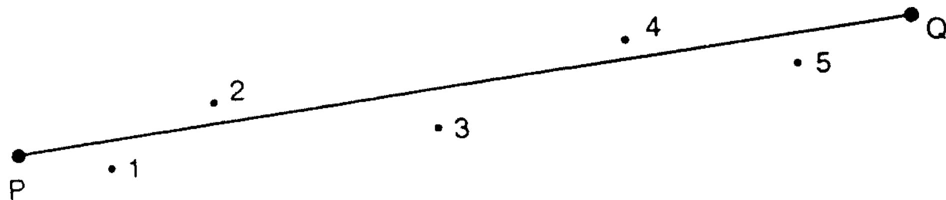
Khi bố trí các tuyến công trình như đường giao thông, kênh mương... đi qua các khu vực dân cư hoặc qua các khu vực có nhiều địa vật cố định cho trước, cần phải bố trí đường thẳng tối ưu so với các điểm đã cho (hình 1.29). Ví dụ ngoài thực địa có các điểm i = 1, 2, 3, 4 ...với các tọa độ đã biết X_i và Y_i. Đường thẳng PQ cần vạch sao cho đi gần nhất các điểm i đã cho. Áp dụng phương pháp số bình phương nhỏ nhất ta có thể tính được các thông số của đường thẳng đó.

Đường thẳng cần bố trí có dạng :

$$Y = a + bX \quad (1.14.19)$$

Tất cả các điểm nằm trên đường thẳng đều thỏa mãn phương trình trên, ngược lại, khi chúng cách đường thẳng một đoạn sẽ tính được độ lệch thông qua phương trình số hiệu chỉnh :

$$V_i = a + bX_i - Y_i \quad (1.14.20)$$



Hình 1.29. Bố trí đường thẳng tối ưu.

Đường thẳng tối ưu đi qua các điểm trên cần có điểm gốc đi qua tọa độ điểm trung bình T có tọa độ là X_T và Y_T.

Trong đó:

$$X_T = \sum X_i : n$$

$$Y_T = \sum Y_i : n \quad (1.14.21)$$

Khi đó tọa độ của các điểm i tính được trong hệ tọa độ mới XOY với điểm gốc là điểm trung bình T, sẽ có các tọa độ mới :

$$x_1 = X_1 - X_T$$

$$y_1 = Y_1 - Y_T$$

...

$$x_i = X_i - X_T$$

$$y_i = Y_i - Y_T \quad (1.14.22)$$

Các tọa độ mới tính ở trên thỏa mãn điều kiện :

$$\sum x_i = 0$$

$$\sum y_i = 0$$

$$y = a + bx \quad (1.14.23)$$

Giả sử chỉ có các tung độ của các điểm là bị lệch khỏi đường thẳng thì viết được các phương trình sai số dạng:

$$y_i + v_i = a + bx_i \qquad (1.14.24)$$

Trong đó :

$i = 1 \div n$.

Từ các phương số hiệu chỉnh trên có thể tìm được các hệ số a và b của đường thẳng cần tìm. Hệ phương trình chuẩn có dạng:

$$na + [x]\,b - [y] = 0$$

$$[x]\,a + [xx]\,b - [xy] = 0 \qquad (1.14.25)$$

Trong phương trình chuẩn trên có $[x] = 0$ và $[y] = 0$ nên dễ dàng tính được:

$$a = 0\,;\, b = \frac{[xy]}{[xx]}$$

Như vậy đường thẳng sẽ đi qua điểm trung bình T ở trên và có dạng phương trình:

$$y = \frac{[xy]x}{[xx]} \qquad (1.14.26)$$

Số hiệu chỉnh v tính theo phương trình số hiệu chỉnh 1.14.24 ở trên sẽ tìm được $[vv]$.

Sai số trung phương tính được theo công thức :

$$m = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{(n-2)}} \qquad (1.14.27)$$

Giả sử chỉ có trục x mang sai số khi đó viết được phương trình :

$$x + v = a' + b'i$$

và phương trình số hiệu chỉnh :

$$v' = a' + b'\,y - x$$

Trong đó : $a' = 0$ và $b' = [xy] : [yy]$

Trong trường hợp này phương trình đường thẳng có dạng :

$$x = \frac{[xy].y}{[yy]} \qquad (1.14.28)$$

Trong thường hợp tổng quát, xem xét khi cả trục x và trục y đều mang sai số, khi đó sẽ nhận được hai đường thẳng (hình 1.30). Từ hình vẽ ta thấy hai đường thẳng chỉ có một điểm chung :

$$b' = 1 : b$$

Trong trường hợp thứ nhất và thứ hai đã biết :

$$\frac{[xy]}{[yy]} = \frac{[xx]}{[xy]}$$

hoặc :

$$[xx] . [yy]= [xy]^2$$

Khi đó :

$$[vv]_y = [vv]_x = 0 \qquad (1.14.29)$$

Điều đó chứng tỏ hai đường thẳng sẽ trùng nhau khi x và y đều không mang sai số.

Để thuận tiện cho việc tìm ra phương trình đường thẳng tối ưu ta đặt điều kiện sau:

Tổng bình phương khoảng cách các điểm đến đường thẳng là nhỏ nhất.

Từ hình 1.30 viết được :

$$v_y = v : \cos\alpha$$

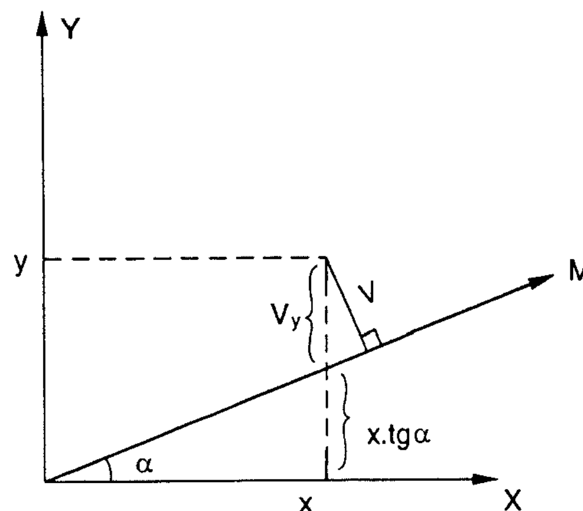
$$v_y = y - x\text{tg}\alpha$$

Từ các phương trình trên viết được :

$$v = y \cos\alpha - x\sin\alpha$$

từ đó suy ra :

$$v^2 = y^2\cos^2\alpha + x^2\sin^2\alpha - 2xy\sin\alpha \cos\alpha.$$



__Hình 1.30.__ Bố trí đường thẳng tối ưu trong trường hợp tổng quát.

Tổng của bình phương các phương trình số hiệu chỉnh là :

$$[vv] = [yy]\cos^2\alpha + [xx]\sin^2\alpha - 2[xy]\sin\alpha\cos\alpha$$

Để [vv] = min cần thoả mãn điều kiện :

$$d[vv] : d\alpha = 0 = -2[yy]\sin\alpha\cos\alpha + 2[xx]\sin\alpha\cos\alpha -$$
$$-2[xy](-\sin\alpha\sin\alpha + \cos\alpha\cos\alpha)$$

Biến đổi phương trình trên được :

$$[xx] - [yy] - 2[xy]\,\mathrm{cotg}2\alpha = 0$$

Từ đó tính được :

$$\mathrm{tg}2\alpha = 2[xy] : [xx] - [yy] \qquad (1.14.30)$$

Biểu thức 1.14.21 và 1.14.30 sẽ cho các tham số tối ưu của đường thẳng cần tìm. Cần lưu ý ở đây rằng đường thẳng tối ưu sẽ nằm giữa hai đường thẳng sẽ xác định ở trên.

1.15. BỐ TRÍ ĐƯỜNG CONG

Đường cong là một trong những yếu tố quan trọng của các công trình hình tuyến. Có các dạng đường cong tròn và đường cong chuyển tiếp. Dưới đây là một số phương pháp bố trí đường cong tròn thường áp dụng. Việc bố trí đường cong tròn ra ngoài thực địa là một công tác làm thường xuyên khi bố trí công trình. Trên đường cong tròn có các điểm chính là điểm đầu $Đ_Đ$, điểm cuối $Đ_C$ và điểm giữa $Đ_G$. Trước khi bố trí cần phải xác định thông số của các điểm chính đó. Phụ thuộc vào vị trí đỉnh **Đ** của đường cong tròn mà chọn phương pháp tính các điểm chính của đường cong tròn cho phù hợp.

1.15.1. Trường hợp đỉnh Đ gần và tới được

Giả sử ngoài thực địa đã có hai tiếp tuyến t_1 và t_2, bán kính đường cong tròn R cho trước (hình 1.31,a). Giao điểm của hai tiếp tuyến là **đỉnh Đ** của đường cong tròn.

Đặt máy kinh vĩ tại đỉnh **Đ**, đo góc bằng β. Góc ở tâm α chính là góc ngoặt θ, vì vậy tính được :

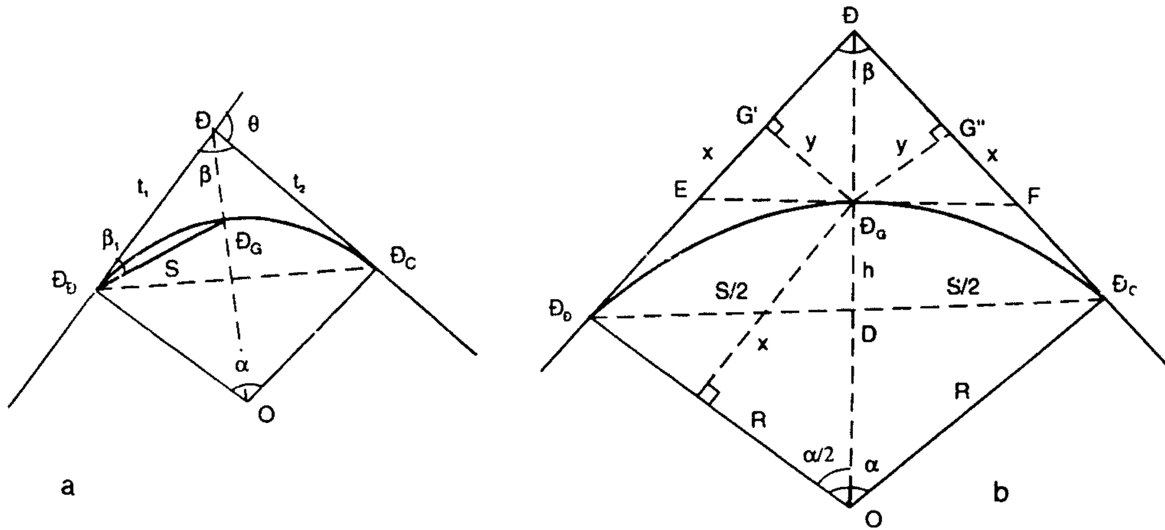
$$\alpha = 180^0 - \beta \qquad (1.15.1)$$

Trong đó :

$$\alpha = \theta$$

Độ dài các tiếp tuyến t tính theo công thức

$$t = R.\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2} = R.\mathrm{cotg}\frac{\beta}{2} \qquad (1.15.2)$$



Hình 1.31. Bố trí đường cong tròn khi gần đỉnh Đ.

Từ đỉnh Đ theo hướng của các tiếp tuyến đo các đoạn có độ dài là t thì sẽ được các điểm đầu $Đ_Đ$ và điển cuối $Đ_C$ của đường cong tròn.

Điểm giữa $Đ_G$ có thể xác định theo một trong các phương pháp sau:

1. Phương pháp tọa độ cực

Tọa độ cực của điểm giữa $Đ_G$ tính theo công thức (hình 1.31,a)

$$S = 2.R\sin\frac{\alpha}{4}$$

và góc :

$$\beta = \alpha/4 \qquad (1.15.3)$$

Đặt máy kinh vĩ tại điểm đầu $T_Đ$ hoặc điểm cuối T_C rồi bố trí điểm giữa $Đ_G$ theo phương pháp tọa độ cực với các thông số vừa tính ở 1.15.3 là S và β_1.

2. Phương pháp tọa độ vuông góc

Từ điểm đầu hoặc cuối của đường cong tròn bố trí điểm giữa G theo phương pháp tọa độ vuông góc (hình 1.31,b). Các thông số của phương pháp tọa độ vuông góc tính theo công thức :

$$x = Đ_ĐG' = Đ_CG'' = R.\sin\alpha/2$$

$$y = G'G = G''G = R(1-\cos\alpha/2) \qquad (1.15.4)$$

3. Bố trí điểm giữa $Đ_G$ thông qua tiếp tuyến t_1 (hình 1.31, b)

Từ các tam giác $EOĐ_Đ$ và $EĐ_GO$ suy ra công thức tính tiếp tuyến t_1 :

$$t_1 = Đ_ĐE = Đ_CF = EĐ_G = FĐ_G = R.tg\ \alpha/4 \qquad (1.15.5)$$

Khi bố trí, bắt đầu từ điểm đầu $Đ_Đ$ bố trí về hướng đỉnh Đ đoạn t_1 xác định được điểm E. Từ điểm cuối $Đ_C$ bố trí về phía đỉnh Đ đoạn t_1 xác định được điểm F. Điểm giữa của đoạn thẳng FE chính là điểm giữa $Đ_G$ cần bố trí. Để kiểm tra, đo

$$t_1 = Đ_GE = Đ_GF.$$

4. Bố trí điểm giữa $Đ_G$ thông qua cung $Đ_ĐĐ_C$

Từ hình 1.31,b suy ra các công thức tính độ dài cung S và độ cao h :

$$S = 2.R.\sin\ \alpha/2$$

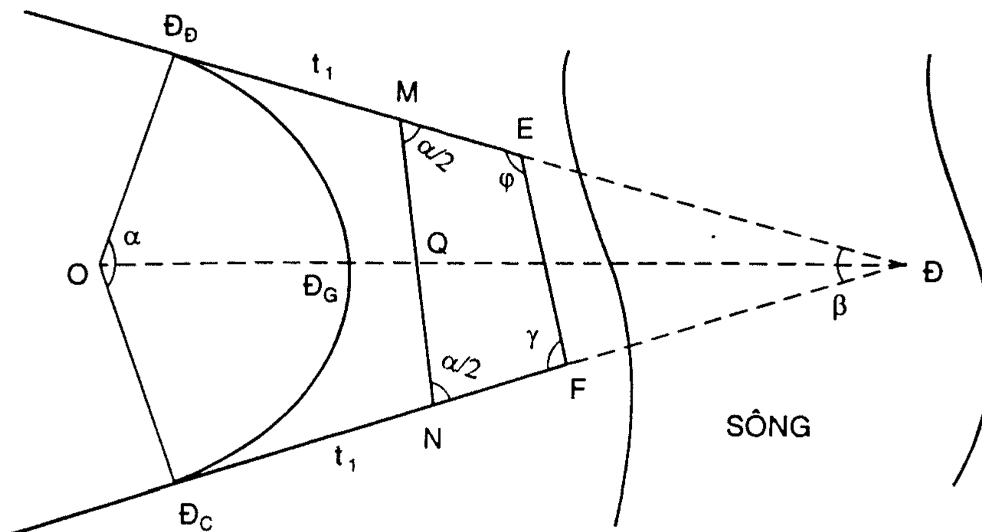
$$h = R - OD = 2.R.\sin^2\ \alpha/4 = R\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) \qquad (1.15.6)$$

Từ điểm giữa của cung $Đ_ĐĐ_C$ là điểm D bố trí đoạn thẳng vuông góc h xác định được điểm giữa $Đ_G$.

Thông thường dùng một trong các phương pháp trên để bố trí điểm giữa $Đ_G$ và dùng phương pháp khác để kiểm tra.

1.15.2. Trường hợp đỉnh của đường cong không đến được

Trên thực tế đỉnh của đường cong nhiều khi rơi vào các vị trí không thể đến được như ao hồ, cách các chướng ngại như sông, đầm lầy...Khi đó xác định hai điểm phụ F và E trên hai tiếp tuyến của đường cong (hình 1.32).



Hình 1.32. *Bố trí đương cong tròn khi đỉnh của đường cong không đến được.*

Đặt máy kinh vĩ tại hai điểm E và F để đo các góc φ và γ. Sau đó tính góc β ở đỉnh theo công thức :

$$\beta = \varphi + \gamma - 180^0 \qquad (1.15.7)$$

Chuyển máy kinh vĩ đến điểm M tùy ý trên đường tiếp tuyến để bố trí góc $\alpha/2$. Trên hướng vừa bố trí xác định giao điểm N với tiếp tuyến kia của đường cong. Đo đoạn thẳng MN vừa xác định và đánh dấu điểm giữa Q. Góc β và bán kính cong R đã biết, từ đó tính được các đại lượng sau :

$$\alpha = 180^0 - \beta$$

$$MĐ = (MN.\sec \alpha/2) : 2$$

$$t = R.tg\ \alpha/2$$

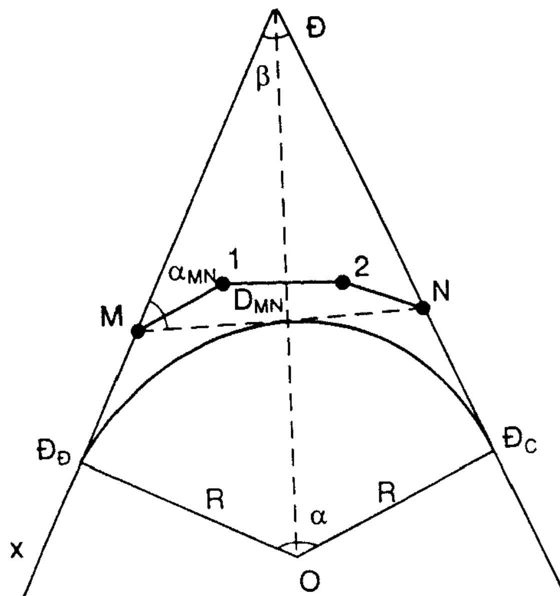
$$MĐ_Đ = t - MĐ = t_1 \qquad (1.15.8)$$

Từ các điểm M và N bố trí các đoạn thẳng $MĐ_Đ = t_1$, $NĐ_C = t_1$, xác định được điểm đầu và cuối đường cong.

Khi bố trí đường cong ở những nơi địa hình hiểm trở, việc đo cạnh rất khó thực hiện có thể áp dụng đường chuyền tự do (hình 1.33).

Tại điểm M tự chọn, xác định hệ tọa độ cục bộ với tâm M, trục hoành là tiếp tuyến t_1. Sau khi đo các đại lượng cần thiết của đường chuyền, tính tọa độ các điểm của đường chuyền trong hệ tọa độ cục bộ vừa xác lập.

Từ tọa độ điểm M và N tính được góc định hướng α_{MN} của cạnh MN và độ dài cạnh đó là D_{MN}. Góc β ở đỉnh tính theo công thức :



Hình 1.33. Bố trí điểm chính của đường cong nhờ đường chuyền tự do.

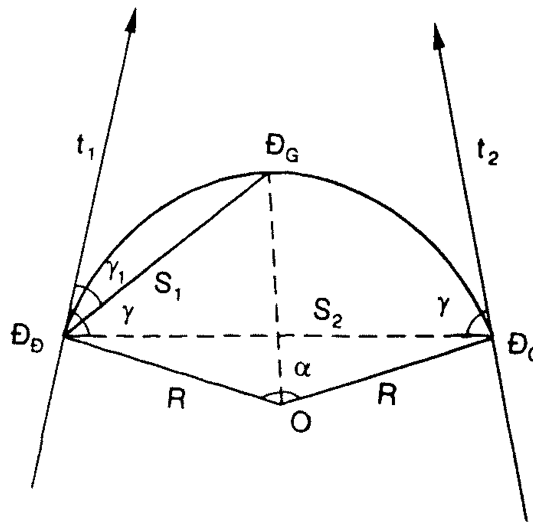
$$\beta = \sum \beta_i - (n-2)180^0 \qquad (1.15.9)$$

Các thông số còn lại tính theo cách đã trình bày ở trên.

1.15.3. Bố trí đường cong trong trường hợp đặc biệt

1. Cho bán kính cong R, tiếp tuyến t_1, điểm đầu và điểm cuối đường cong. Hãy đi xác định đường cong đó *(hình 1.34).*

a. Bố trí đường cong khi tầm ngắm giữa điểm đầu và điểm cuối thông suốt.



Hình 1.34.
Bố trí đường cong khi tầm ngắm thông suốt.

Dùng máy kinh vĩ đo trực tiếp góc γ tại điểm tiếp đầu $Đ_Đ$. Sau đó tại điểm tiếp cuối $Đ_C$ bố trí lại góc γ vừa đo được. Kết quả xác định được tiếp tuyến t_2. Từ hình vẽ ta thấy:

$$\gamma_1 = \alpha : 2$$

Để xác định điểm giữa của đường cong dùng công thức

$$Đ_ĐĐ_G = S_1 = 2.R\sin \alpha/4$$

Điểm giữa $Đ_G$ bố trí theo các tọa độ cực tính ở trên với các tham số γ_1 và S_1.

b. Bố trí đường cong khi không có tầm ngắm giữa điểm đầu và điểm cuối (hình 1.34).

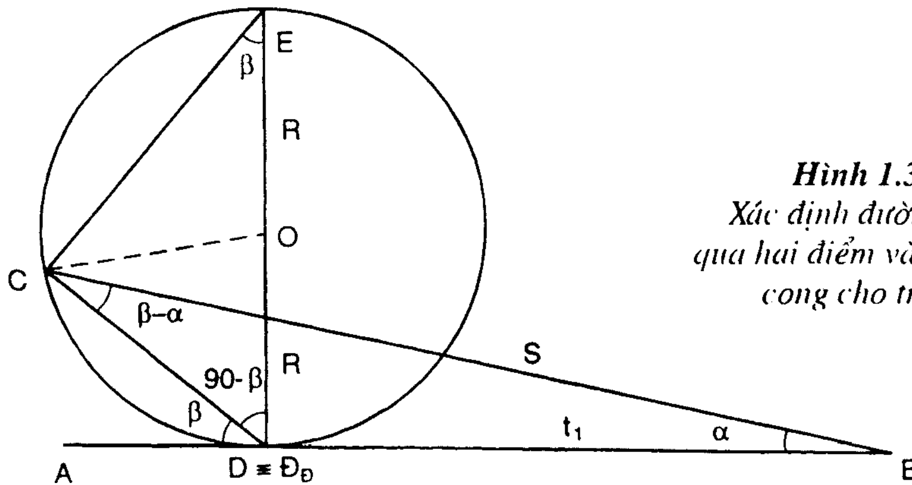
Trong trường hợp này cạnh nối điểm đầu và cuối đường cong được xác định gián tiếp. Góc γ tính theo công thức:

$$\sin \gamma = \sin \alpha/2$$

Khoảng cách từ điểm tiếp đầu đến điểm tiếp cuối tính theo công thức:

$$S_{ĐD.ĐC} := S_2 = 2R\sin\frac{\alpha}{2}$$

Đặt máy kinh vĩ ở điểm tiếp đầu $Đ_Đ$ để bố trí điểm giữa $Đ_G$ theo phương pháp tọa độ cực với các tham số S_1, γ_1 và điểm tiếp cuối $Đ_C$ với tham số S_2, γ. Cuối cùng xác định được điểm tiếp cuối đường cong $Đ_2$.



Hình 1.35.
Xác định đường cong qua hai điểm và bán kính cong cho trước.

2. Cho điểm A và B nằm trên tiếp tuyến t_1, điểm C nằm trên đường cong, xác định đường cong với bán kính R cho trước (hình 1.35).

Ngoài thực địa tiến hành đo cạnh BC = S, góc ABC = α. Sau đó tính góc β.

Từ hình vẽ có :

$$CD = 2R\sin\beta$$

$$S.\sin\alpha = 2.R\sin^2\beta$$

hay

$$\sin\beta = \sqrt{\frac{S.\sin\alpha}{2R}}$$

Cạnh BD tính theo công thức :

$$S_{BD} = \frac{S.\sin(\beta-\alpha)}{\sin\beta}$$

Điểm D chính là điểm tiếp đầu $Đ_D$, các thông số khác tính theo các phương pháp đã biết ở trên. Trong thực tế còn nhiều các trường hợp khác nhau như :

- Cho bán kính cong R, hai điểm đầu và cuối đường cong;

- Cho hai điểm trên đường cong và tiếp tuyến t;

- Cho hai tiếp tuyến t và một điểm trên đường cong ...

Trong các trường hợp trên dựa vào các yếu tố đã cho để vẽ hình. Rồi bằng các phương pháp hình học sẽ tìm ra lời giải.

1.16. BỐ TRÍ ĐIỂM CHI TIẾT CỦA ĐƯỜNG CONG

Tùy theo điều kiện địa hình, độ chính xác, mật độ điểm chi tiết, dụng cụ sẵn có... mà chọn phương pháp bố trí điểm chi tiết cho hợp lý. Dưới đây là những phương pháp thường áp dụng.

1.16.1. Phương pháp tọa độ vuông góc

Thường lấy điểm đầu $Đ_D$ của đường cong làm gốc, tiếp tuyến t trùng với trục X. Từ hình 1.36 viết được:

$$(R - y)^2 = R^2 - x^2$$

hay

$$R - y = \sqrt{R^2 - x^2} = R(1 - x^2 : 2R^2) - (x^4 : 8R^4) \ldots$$

Trong trường hợp trên chuỗi chỉ lấy đến mũ 4 là đủ. Tọa độ y tính theo công thức:

$$y = x^2 : 2R \qquad (1.16.1)$$

Trong thực tế thường lấy các giá trị x bằng nhau, từ đó tính được các giá trị y :

$$x_1 = 1.x_1 \text{ , } y_1 = x^2{}_1 : 2R$$

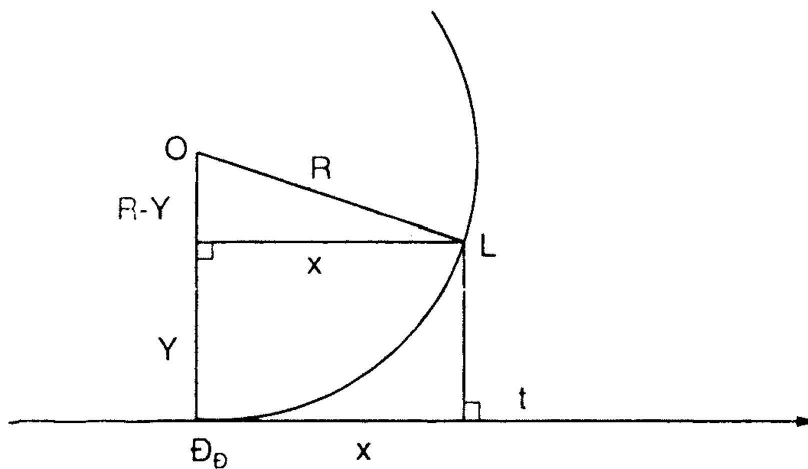
$$x_2 = 2.x_1 \text{ , } y_2 = 2^2 y_1$$

....

$$x_n = n.x_1 \text{ , } y_n = n^2 y_1 \qquad (1.16.2)$$

Phương pháp tọa độ vuông góc này cho các điểm chi tiết cách không đều nhau. Trong thực tế nhiều trường hợp cần các điểm chi tiết có các cung đều nhau, khi đó áp dụng phương pháp sau (hình 1.37).

Khi cần bố trí các điểm chi tiết cách nhau một cung S, phải đi tính góc γ và số cung n:



Hình 1.36. Bố trí điểm chi tiết của đường cong theo phương pháp tọa độ vuông góc.

$$\gamma = \frac{S.\rho}{R}$$

$$n = \frac{\alpha}{\gamma} \qquad (1.16.3)$$

Tọa độ vuông góc của các điểm chi tiết i tính theo công thức

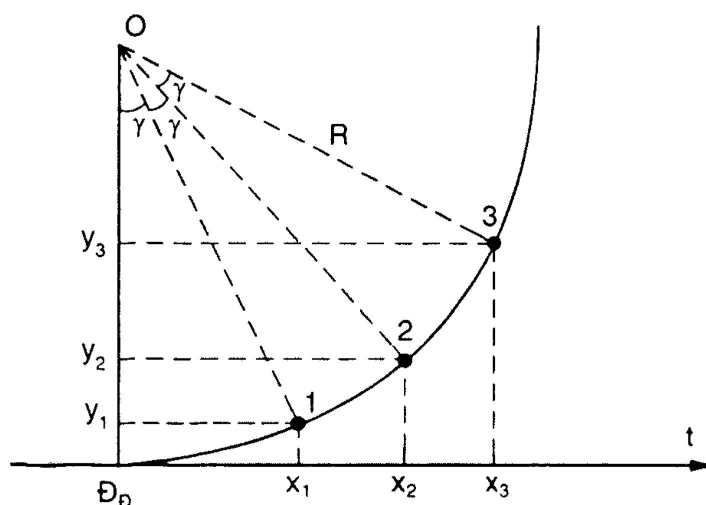
$$x_1 = R.\sin\gamma\ ;\ y_1 = 2.R.\sin^2\gamma/2$$

$$x_2 = R.\sin 2\gamma\ ;\ y_2 = 2.R.\sin^2 2\gamma/2$$

....

$$x_n = R.\sin n\gamma\ ;\ y_n = 2.R.\sin^2 n\gamma/2 \qquad (1.16.4)$$

Khi tung độ của điểm chi tiết y > 40 ÷ 50*m* thì việc bố trí điểm bằng thước rất khó khăn. Trường hợp này bổ sung thêm các tiếp tuyến phụ (hình 1.38).



Hình 1.37. *Bố trí điểm chi tiết của đường cong theo các cung cách đều nhau.*

Hình 1.38.
Bố trí điểm chi tiết của đường cong nhờ các tiếp tuyến phụ.

Ví dụ đến điểm chi tiết i = 3 kẻ tiếp tuyến phụ t'. Độ dài tiếp tuyến phụ tính theo công thức:

$$\text{tg}\,\delta = y_3 : x_3$$

$$t' = R.\text{tg}\delta \qquad (1.16.5)$$

Từ trục X' mới nằm trên đường Q_3 và điểm gốc mới là 3 tiếp tục bố trí các điểm chi tiết.

1.16.2. Phương pháp kéo dài dây cung

Trong phương pháp này thường chọn dây cung có độ dài s = 10 ÷ 20*m*. Từ điểm đầu $Đ_Đ$ theo phương pháp tọa độ vuông góc bố trí điểm 1 (hình1.39) với các tọa độ sau:

$$x = s.\cos\gamma/2 \text{ và } y = s.\sin\gamma/2 \qquad (1.16.6)$$

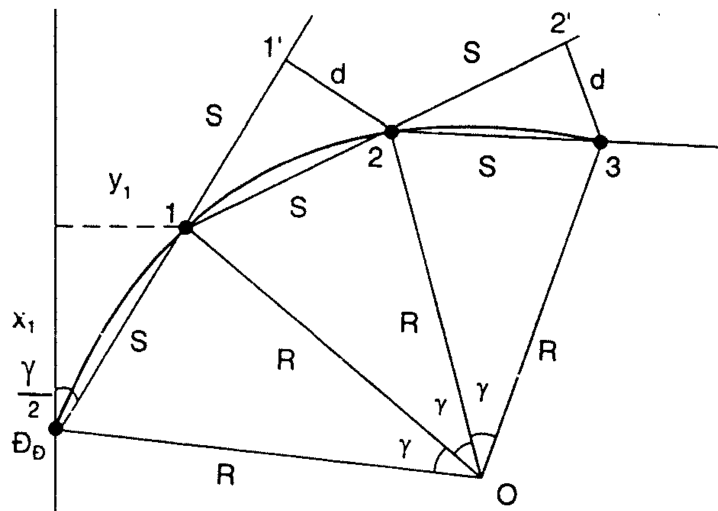
Tiếp theo trên dây cung $Đ_Đ$1 kéo dài một đoạn 11' = s, xác định điểm 1'. Điểm 2 xác định bằng phương pháp giao hội cạnh với các tham số cạnh

12 = s và 1'2 = d

Trong đó d tính được từ tam giác O12 và tam giác 11'2

$$d = s^2 : R \qquad (1.16.7)$$

Điểm 3 được bố trí từ điểm 2 theo cách trên và lần lượt bố trí được tất cả các điểm còn lại.



Hình 1.39. Phương pháp kéo dài dây cung.

1.16.3. Phương pháp tọa độ cực

Phương pháp này thường áp dụng khi khó đo các dây cung vì điều kiện mặt bằng phức tạp. Khi bố trí, chia cung ra làm n điểm rồi tính góc ở tâm (hình 1.40):

$$\gamma = \alpha : n;$$

$$\delta = \gamma/2.$$

Sau đó tính tọa độ cực của các điểm chi tiết :

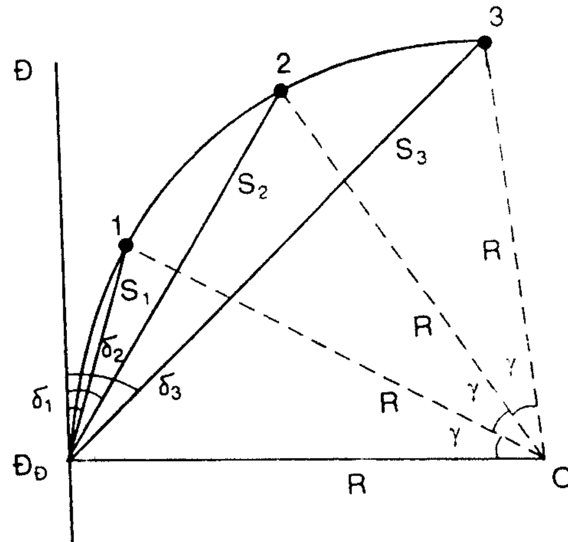
$$\delta_1 = 1.\ \delta\ ;\ s_1 = 2R.\sin 1.\delta$$

$$\delta_2 = 2.\ \delta;\ s_2 = 2R.\sin 2.\delta$$

....

$$\delta_i = i.\ \delta;\ s_n = 2R.\sin i.\delta \qquad (1.16.8)$$

Khi bố trí đặt máy kinh vĩ ở hai điểm đầu và cuối của đường cong để bố trí các điểm chi tiết theo phương pháp tọa độ cực. Mỗi máy bố trí i = n / 2 điểm phía gần máy kinh vĩ, còn nửa kia dùng máy thứ hai đo kiểm tra. Phương pháp này đặc biệt thuận tiện khi dùng máy toàn đạc điện tử để bố trí. Với khả năng đo cạnh của máy toàn đạc điện tử thì việc bố trí điểm chi tiết theo phương pháp tọa độ cực không bị phụ thuộc điều kiện mặt bằng và khoảng cách. Đấy cũng chính là yếu điểm của phương pháp này khi bố trí bằng máy kinh vĩ thường và thước thép.



Hình 1.40. Phương pháp tọa độ cực.

1.16.4. Phương pháp tiếp tuyến nối tiếp

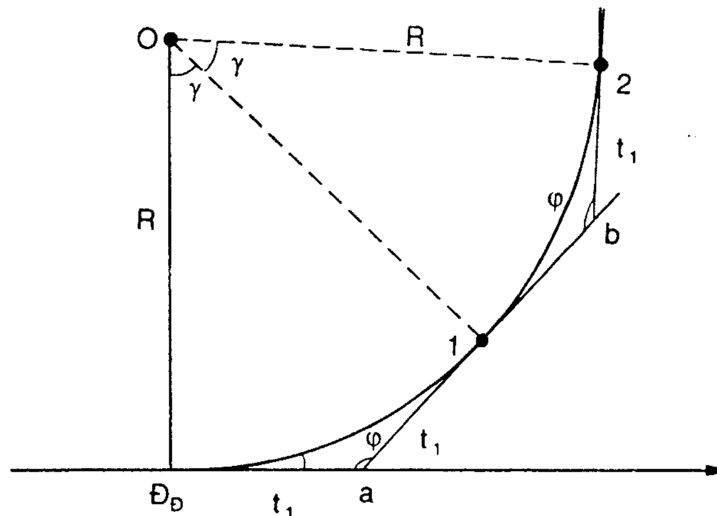
Trong phương pháp này bán kính cong của đường tròn đã cho là R, chọn tiếp tuyến t_i cho thích hợp. Sau đó tính góc ở tâm γ (hình 1.41):

$$\text{tg}\frac{\gamma}{2} = t_i : R \qquad (1.16.9)$$

và tính góc φ :

$$\varphi = 180^0 - 2.\gamma \qquad (1.16.10)$$

Khi bố trí, xuất phát từ điểm đầu đường cong theo tiếp tuyến bố trí đoạn thẳng t_i, xác định được điểm a. Từ điểm a đặt máy kinh vĩ đo góc φ, trên hướng vừa đo bố trí đoạn thẳng t_i, xác định được điểm chi tiết 1. Tương tự, từ điểm 1 xác định điểm b và sau đó được điểm cần bố trí 2.

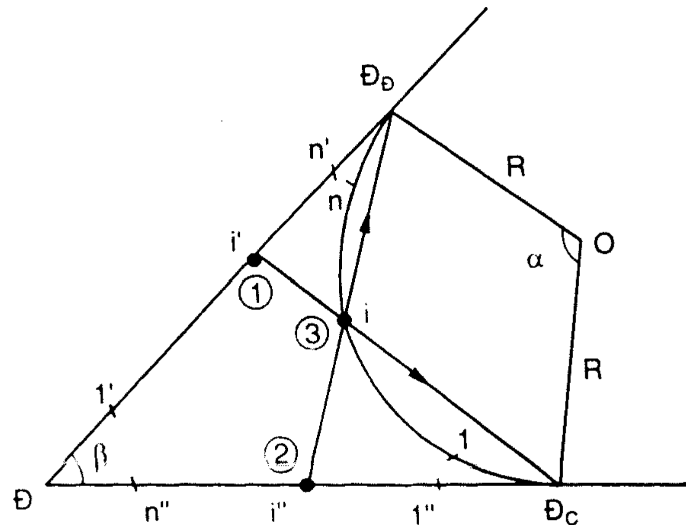


Hình 1.41. Phương pháp tiếp tuyến nối tiếp.

1.16.5. Phương pháp bố trí gần đúng

Ngoài các phương pháp bố trí điểm đường cong chính xác ở trên, còn rất nhiều phương pháp chính xác khác. Việc chọn phương pháp để bố trí phụ thuộc vào điều kiện địa hình ngoài thực địa, độ lớn của đường cong, dụng cụ sẵn có... Trong thực tế nhiều khi chỉ cần bố trí sơ bộ đường cong với độ chính xác thấp, khi đó nên dùng phương pháp bố trí gần đúng.

Khi bố trí cần ba người với các sào tiêu. Đầu tiên chia các tiếp tuyến ra làm n phần bằng nhau. Trên tiếp tuyến thứ nhất đánh số các điểm từ điểm đầu đường cong là 1',2' 3', ...n' (hình 1.42). Trên tiếp tuyến thứ hai đánh số từ đỉnh tới cuối đường cong là 1". 2" ...n".



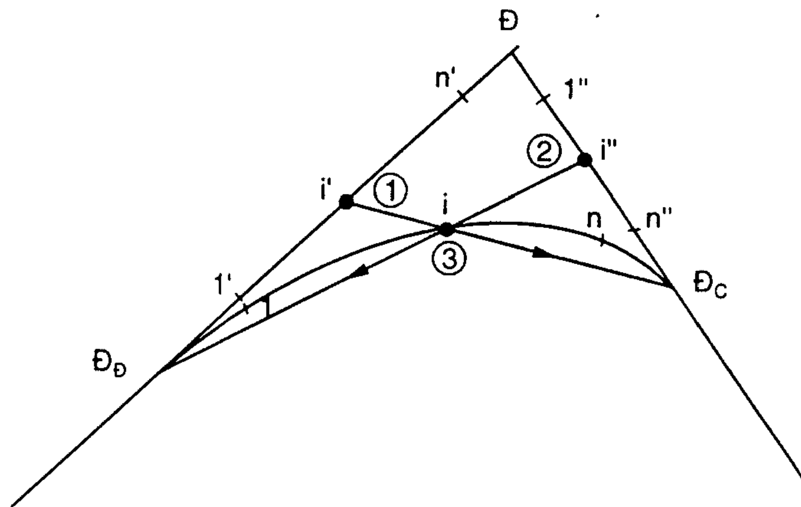
Hình 1.42. Phương pháp bố trí gần đúng đường cong tròn.

Khi bố trí điểm chi tiết thứ i thì một người với sào tiêu đứng tại điểm i', người thứ hai với sào tiêu đứng tại i". Người thứ ba theo sự điều khiển của hai người kia đưa sào tiêu vào đường thẳng $Đ_Đ$i" và đường thẳng $Đ_C$ i', kết quả xác định được điểm i. Các điểm tiếp theo làm tương tự như khi bố trí điểm i.

Khi hai tiếp tuyến không bằng nhau, tức là không phải đường cong tròn, cách làm cũng tương tự như phương pháp trên (hình 1.43) . Kết quả sẽ bố trí được đường parabôn gần đúng ra ngoài thực địa .

Đối với đường cong lớn, khi biết điểm M trên đường cong, có thể bố trí gần đúng đường cong theo phương pháp sau:

Xác định giao tuyến của đường tiếp tuyến t_1 với đường $Đ_C$M bằng sào tiêu được điểm A (hình 1.44). Tương tự giao tuyến của t_2 và $Đ_Đ$M được điểm B. Từ đường thẳng AB xác định đường thẳng CD đi qua M và song song với AB. Bằng cách trên đã chia đường cong làm hai phần. Với sào tiêu có thể bố trí gần đúng đường cong lớn với hai cung là $Đ_Đ$M và M$Đ_C$.



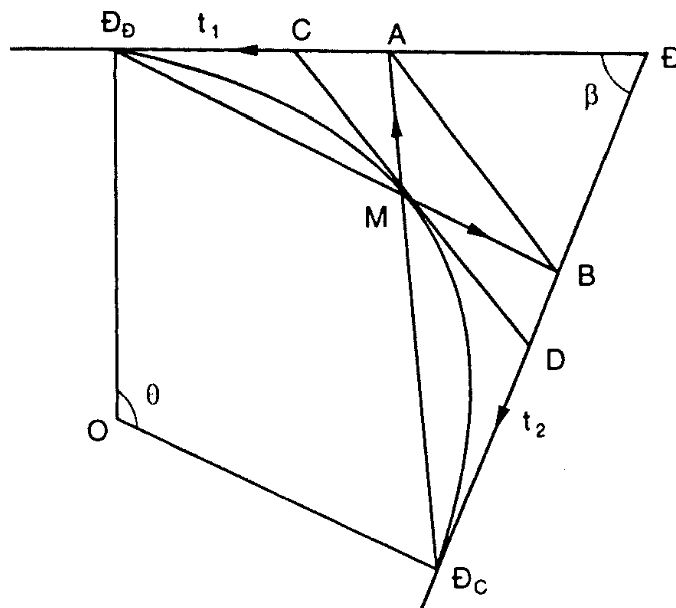
Hình 1.43. Phương pháp bố trí gần đúng đường cong chuyển tiếp.

1.17. BỐ TRÍ ĐƯỜNG CONG TỐI ƯU

Khi xây dựng các công trình hình tuyến đi qua những địa vật có tọa độ cho trước, cần xác định một đường cong bậc hai tối ưu với công thức tổng quát :

$$Y = a + bX + cX^2 \qquad (1.17.1)$$

Thông qua các điểm đã cho xác định các hệ số a, b và c của phương trình đường cong trên. Trước tiên cần tính tọa độ điểm trọng tâm M của các điểm đã cho theo công thức:



Hình 1.44. Phương pháp bố trí gần đúng đường cong lớn.

$$X_M = \sum X : n$$

$$Y_M = \sum Y : n \qquad (1.17.2)$$

Sau đó tính tọa độ của các điểm đã cho trong hệ tọa độ mới xoy với tọa độ điểm trọng tâm M vừa tính ở trên làm gốc:

$$x_i = X_i - X_M \; ; \; y_i = Y_i - Y_M \qquad (1.17.3)$$

Tính tổng các tọa độ :

$$[x_i] = 0 \; ; \; [y_i] = 0$$

Phương trình số hiệu chỉnh có dạng:

$$v_i = a + bx_i + cx_i^2 - y_i \qquad (1.17.4)$$

Hệ phương trình chuẩn được lập từ các phương trình số hiệu chỉnh

$$na + [x]b + [x^2]c - [y] = 0$$

$$[x]a + [x^2]b + [x^3]c - [xy] = 0$$

$$[x^2]a + [x^3]b + [x^4]c - [x^2y] = 0 \qquad (1.17.5)$$

Vì tổng x và y của các điểm đến điểm trọng tâm đều bằng 0

$$[x_i] = 0 \; ; \; [y_i] = 0$$

nên hệ phương trình chuẩn có dạng:

$$na + [x^2]c = 0$$

$$[x^2]b + [x^3]c - [xy] = 0$$

$$[x^2]a + [x^3]b + [x^4]c - [x^2y] = 0 \qquad (1.17.6)$$

Giải hệ phương trình chuẩn tính được các hệ số của đường cong

$$c = \{[x^2y] \,.\, [x^2] - [xy] \,.\, [x^3]\} : \{[x^4] \,.\, [x^2] - ([x^2] : n) - [x^3]^2\}$$

$$a = - c \,.\, [x^2] : n$$

$$b = \{[xy] - c[x^3] : [x^2]\} \qquad (1.17.7)$$

Các hệ số a, b và c vừa tính ở trên là các hệ số của phương trình bậc hai tối ưu cần tìm. Sau đó đi tính các số hiệu chỉnh theo công thức

$$v_i = y_i^{tính} - Y_i^{do} \qquad (1.17.8)$$

Sai số trung phương tính theo công thức:

$$m = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{(n-3)}} \qquad (1.17.9)$$

Trong quá trình tính đường cong tối ưu nếu các điểm cho trước là chẵn và tọa độ X bằng nhau thì $[x^3] = 0$, khi đó khối lượng tính giảm đáng kể.

Ví dụ: Có tọa độ của các điểm ở cho bảng 1.5. Tính các tham số của đường cong tối ưu.

Bảng 1.5 Tính các tham số đường cong tối ưu

Điểm	Y	$y=Y-Y_m$	X	$x = X-X_m$
1	2	3	4	5
1	1,11	-3,426	0,26	-2,552
2	2,30	-7,236	0,66	-2,171
3	5,80	-8,736	1,73	-1,102
4	9,40	-0,136	2,48	-0,352
5	11,60	+2,064	2,98	+0,148
6	13,15	+3,614	4,00	+1,218
7	19,83	+6,294	5,05	+2,218
8	17,10	+7,564	5,48	+2,648
Tổng	76,29	y_m=9,53	22,66	x_m=2,83

Kết quả tính được:

$a = +0,747;$

$b = +3,311;$

$c = -0231.$

Phương trình đường cong tối ưu có dạng:

$$Y = 0,747 + 3,11X - 0,231X^2$$

Khi có số điểm lẻ và tọa độ chia đều thì $\sum x^3 = 0$.

1.18. BỐ TRÍ ĐƯỜNG CONG KHÔNG XÁC ĐỊNH

Khi cần bố trí đường cong đi qua n điểm với bán kính cong không xác định (hình 1.45).

Trong trường hợp này có thể áp dụng công thức vi phân của Niutơn hoặc Lagrandơ .

Công thức vi phân của Niutơn có dạng :

$$y = f(x) = C_0 + C_1(x - x_1) + C_2(x - x_1)(x - x_2) + C_3(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) + \ldots + C_n(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)\ldots(x - x_{n-1})(x - x_n) \quad (1.18.1)$$

Trong đó các hệ số $C_0, C_1, C_2 \ldots C_n$ được tính bằng cách lần lượt cho giá trị $x = x_i$ vào công thức 1.18.1 sao cho nhận được giá trị $y = y_i$ tương ứng:

Khi cho $x = x_1$, tính được :

$$Y_1 = C_o \text{ ; kí hiệu } C_o = y_1 = f(x_1) \quad (1.18.2)$$

Khi cho $x = x_2$, tính được :

$Y_2 = C_o + C_1(x_2 - x_1)$, tính được :

$$C_1 = \frac{y_2 - C_o}{x_2 - x_1} \text{ ; kí hiệu } C_1 = f(x_2). \quad (1.18.3)$$

Khi cho $x = x_3$, tính được :

$Y_3 = C_o + C_1(x_3 - x_1) + C_2(x_3 - x_1)(x_3 - x_2)$, tính được :

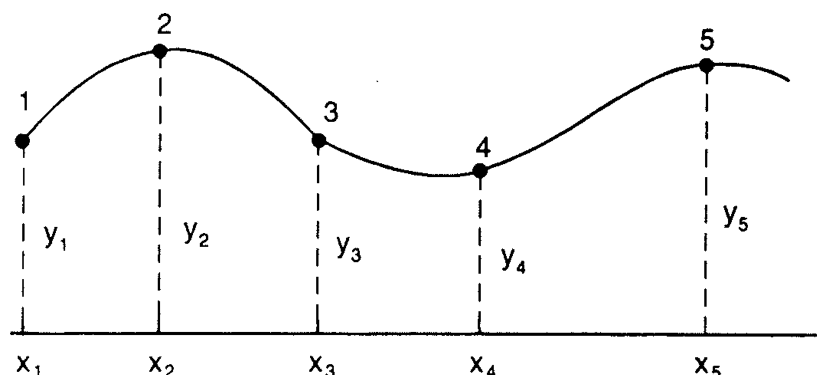
$$C_2 = \frac{y_3 - C_1(x_3 - x_1) - C_o}{(x_3 - x_1)(x_3 - x_2)} \text{ ; kí hiệu } C_2 = f(x_3)$$

Tương tự tính được :

$$C_n = \frac{y_{n+1} - C_1(x_{n+1} - x_1) + C_2(x_{n+1} - x_1)(x_{n+1} - x_2) + C_3(x_{n+1} - x_1)(x_{n+1} - x_2)(x_{n+1} - x_3) + \ldots}{(x_{n+1} - x_1)(x_{n+1} - x_2)\ldots(x_{n+1} - x_n)}$$

Phương trình đường cong 1.18.1 có thể viết dưới dạng :

$$Y_n = f(x_1) + f(x_2)(x - x_1) + f(x_3)(x - x_1)(x - x_2) + f(x_4)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) + \ldots + f(x_n)(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3)\ldots(x - x_{n-1})(x - x_n) \quad (1.18.4)$$



Hình 1.45. Bố trí đường cong không xác định.

Các hệ số C_0, C_1, C_2 ... C_n theo công thức của Niutơn có thể nhận được dễ dàng bằng cách tính trên sơ đồ. Bản chất của phương pháp tính như sau :

Trong cột thứ nhất ghi số thứ tự điểm ; cột thứ hai ghi tọa độ x, ở cột thứ ba ghi tọa độ y. Đầu tiên tính $f(x_1)$, ghi vào hàng hai của cột thứ tư, rồi lấy số đó tính tiếp các hàng số tiếp theo trong cột đó theo công thức :

Cột 4 : $y'_k = (y_k - f_1) : (x_1 - x_K)$

Trong đó : $f_1 = y_1$

Cột thứ năm tính bằng cách lấy số đầu của cột bốn lần lượt trừ đi các số hàng dưới của cột này rồi chia hiệu của tọa độ x tương ứng.

Cột 5 : $y''_k = y'_k - f_2) : (x_1 - x_K)$

Các cột tiếp theo tính tương tự cho đến khi nhận được tất cả các hệ số của đường cong.

Ví dụ : Có tọa độ các điểm cho ở bảng 1.6. Hãy tính các thông số của đường cong không xác định.

Bảng 1.6 Tọa độ điểm cho trước của đường cong không xác định.

Điểm	1	2	3	4	5
x_i	-3	-2	1	2	5
y	221	67	1	-9	165

Từ tọa độ các điểm theo sơ đồ tính được các hệ số của đường cong trong bảng 1.7.

Bảng 1.7 Hệ số của đường cong

Điểm	x_i	y_i	$\frac{y_k - fx_1}{x_1 - x_k}$	$\frac{y'_k - fx_2}{x_2 - x_k}$	$\frac{y''_k - fx_3}{x_3 - x_k}$	$\frac{y'''_k - fx_4}{x_4 - x_k}$
1	2	3	4	5	6	7
1	-3	$f_1 = 221$				
2	-2	67	$f_2 = -154$			
3	1	1	-55	$f_3 = 33$		
4	2	-9	-46	27	$f_4 = -6$	
5	5	165	-7	21	-3	$f_5 = 1$

Từ bảng 1.7 ta nhận được các hệ số của đường cong, sau đó viết được phương trình của đường cong:

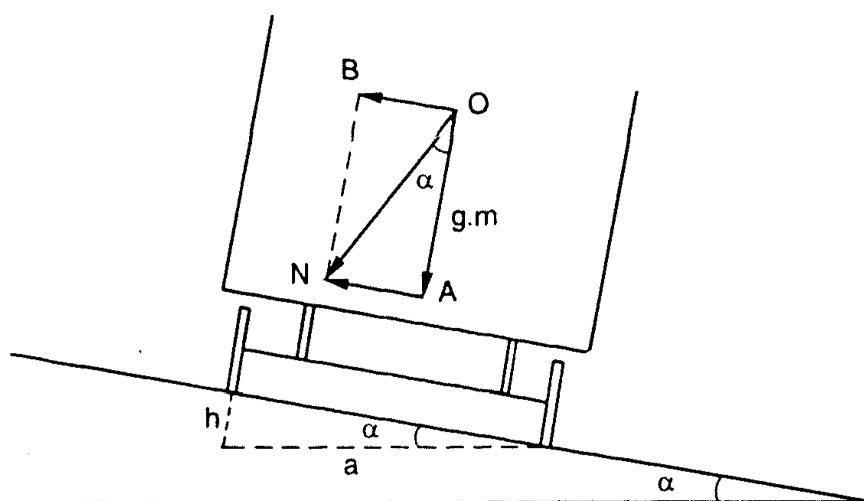
$$y = 221 - 154(x + 3) + 33(x + 3)(x + 2) - 6(x + 3)(x + 2) +$$
$$+ (x + 3)(x + 2)(x - 1)(x - 2).$$

Để bố trí đường cong ra thực địa các trị số y lần lượt được tính theo giá trị tọa độ x khi thay vào phương trình vừa lập được ở trên.

1.19. ĐƯỜNG CONG CHUYỂN TIẾP

1.19.1. Thông số chính của đường cong chuyển tiếp

Một vật khi đang chuyển động trên đường thẳng với bán kính $R = \infty$ khi đi vào đường cong có bán kính R xác định thì sẽ xuất hiện lực ly tâm. Để triệt tiêu ảnh hưởng của lực ly tâm đó bề mặt phần đường cong phải nghiêng một góc α cần thiết (hình 1.46).



Hình 1.46. Chuyển động trong đường cong chuyển tiếp.

Từ hình 1.46 có thể viết được các lực tương tác sau :

$$OA = m.g$$

$$OB = \frac{m v^2}{\rho} \qquad (1.19.1)$$

Trong đó :

m - tải trọng;

g - gia tốc trọng trường;

v - vận tốc của chuyển động.

Kết quả của hai lực trên là hợp lực ON.

$$tg\alpha = \frac{OB}{OA} = \frac{mv^2}{\rho mg} = \frac{v^2}{\rho g}$$

$$\sin\alpha = \frac{h}{a} \qquad (1.19.2)$$

Vì góc α rất nhỏ nên có thể viết :

$$\frac{h}{a} = \frac{v^2}{\rho g}$$

$$h = \frac{av^2}{\rho g}$$

Mặt khác :

$$h = S \,.\, tg\gamma = S.i \qquad (1.19.3)$$

Trong đó S là độ dài cung đường cong chuyển tiếp.

Có thể viết :

$$S.i = \frac{av^2}{\rho g}$$

$$\rho = \frac{av^2}{S.i.g}$$

đặt $C = \frac{av^2}{i.g}$ sẽ nhận được :

$$\rho = \frac{C}{S} \text{ hay } \frac{1}{\rho} = \frac{S}{C}.$$

Mặt khác trong điểm chung của đường cong chuyển tiếp :

$$\rho = r \text{ và } S = l, \text{ nên } C = r.l$$

Trong đó : l - chiều dài đường cong chuyển tiếp

Khi S = x thu được biểu thức :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{x}{r.l}$$

Từ các biểu thức toán học trên viết được :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{dy^2}{dx^2} = \frac{x}{r.l}$$

Tính vi phân biểu thức trên được :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{x^2}{2.r.l} + C_1$$

Khi x = 0 ; dy : dx = 0 thì $C_1 = 0$. Tính vi phân trên nhận được :

$$y = x^3 : 6r.l + C_2$$

Tương tự khi x= 0 thì y = 0. Kết quả thu được :

$$y = x^3 : 6r.l \qquad (1.19.4)$$

Phương trình (1.19.4) thu được ở trên cho thấy đường cong chuyển tiếp có dạng đường parabôn bậc ba. Để có thể bố trí được đường cong chuyển tiếp ra ngoài thực địa cần có các thông số cho trước : bán kính đường cong tròn R; chiều dài đường cong chuyển tiếp *l*.

Chiều dài đường cong chuyển tiếp có thể tính theo công thức :

$$l = k.h \qquad (1.19.5)$$

Chênh cao mặt đường h được xác định theo công thức:

$$h = 8{,}5v^2 : l$$

Trong đó :

v - vận tốc chuyển động.

Ví dụ: v = 80*km/h* và R = 500*m* thì h = 11*cm*. Hệ số k phụ thuộc vào tốc độ tối đa của chuyển động trên đoạn đường cong.

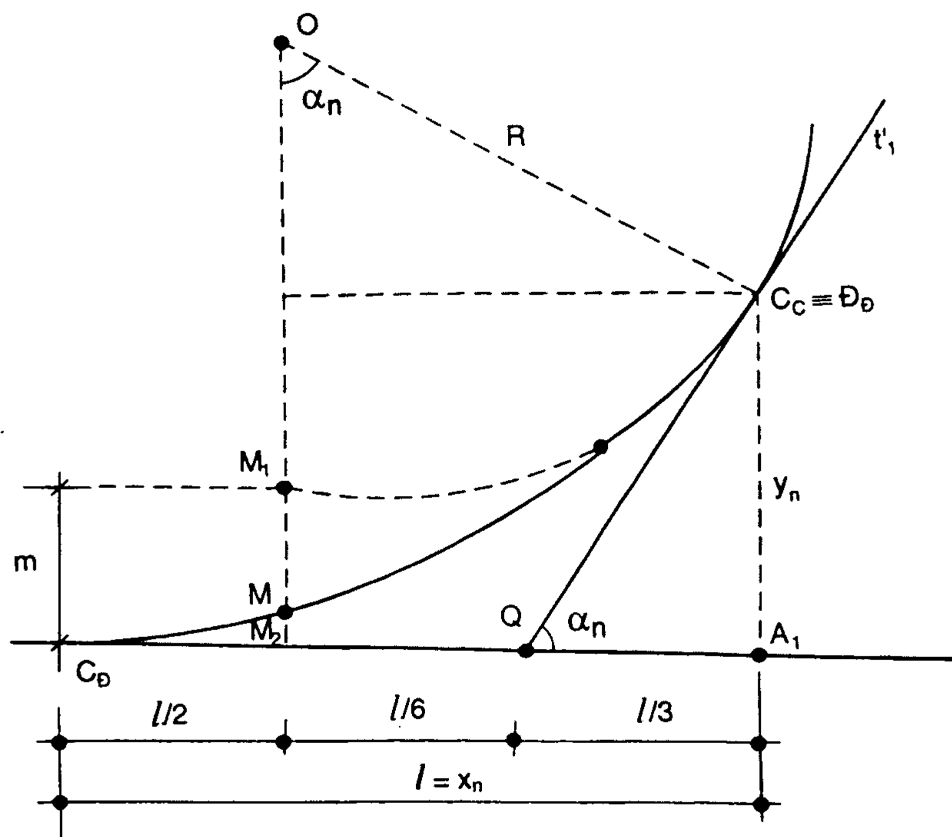
Khi vận tốc : v đến 55*km/h* thì k = 400;

v = 60*km/h* thì k = 500;

v = 85 ÷ 90*km/h* thì k = 700.

Để bố trí được các điểm chi tiết của đường cong chuyển tiếp cần xác định điểm đầu của đường cong chuyển tiếp $C_Đ$ và điểm cuối của đường cong chuyển tiếp C_C (hình 1.47).

Từ hình 1.47 cho thấy C_C là điểm bắt đầu của đường tròn hay $C_C \equiv Đ_Đ$. Để xác định các điểm chi tiết của cung này cần kẻ tiếp tuyến t_1.Trước tiên cần xác định tiếp tuyến t_1 tại điểm Q. Tọa độ của điểm A_1 tính được như sau :



Hình 1.47. *Bố trí đường cong chuyển tiếp.*

$$x_n = l\ ;$$

$$y_n = \frac{x_n^3}{6.r.l} = \frac{l^2}{6r} \qquad (1.19.6)$$

Góc α_n tính theo công thức :

$$tg\alpha_n = \frac{dy}{dx} = \frac{l}{2r} \qquad (1.19.7)$$

$$QA_1 = \frac{A_1C_c}{tg\alpha_n} = \frac{l}{3}$$

$$C_ĐQ = x_n - QC_c = \frac{2l}{3}$$

Từ hình vẽ cho thấy :

$$M_2C_c = GA_1 = R\sin\alpha_n$$

Vì α là góc nhỏ nên có thể viết :

$$M_2\,C_c = R.\sin\alpha_n \approx R.tg\alpha_n = \frac{l}{2}$$

khi

$$x = \frac{l}{2}\ ;\ y = \frac{l^3}{48.r.l} = \frac{l^2}{48.r} = MM_2$$

Mặt khác :

$$MM_2 = \frac{m}{2}\ ;\ m = \frac{l^2}{24.r} \qquad (1.19.8)$$

Trong đó m là khoảng dịch chuyển của đường cong tròn. Theo các công thức (1.19.6) và (1.19.8) tính được :

$$y_n = 4m \qquad (1.19.9)$$

Để bố trí đường parabôn bậc ba và đường cong tròn cần xác định các điểm chính của chúng.

Khi bố trí điểm đầu của đường cong chuyển tiếp $C_Đ$ đo từ đỉnh đường cong đại lượng

$$t = (r + m)\ tg\frac{\alpha}{2} + \frac{l}{2}\ .$$

Điểm giữa của đường cong B tính theo công thức :

$$B = (r + m)[sec\ (\alpha : 2) - 1] + m.$$

Sau đó từ điểm đầu của đường cong chuyển tiếp $C_Đ$ kéo dài đoạn t_1 một khoảng $\frac{2.l}{3}$ và xác định được điểm Q. Nối điểm Q với điểm cuối đường cong chuyển tiếp C_C xác định được đường tiếp tuyến t_1'.

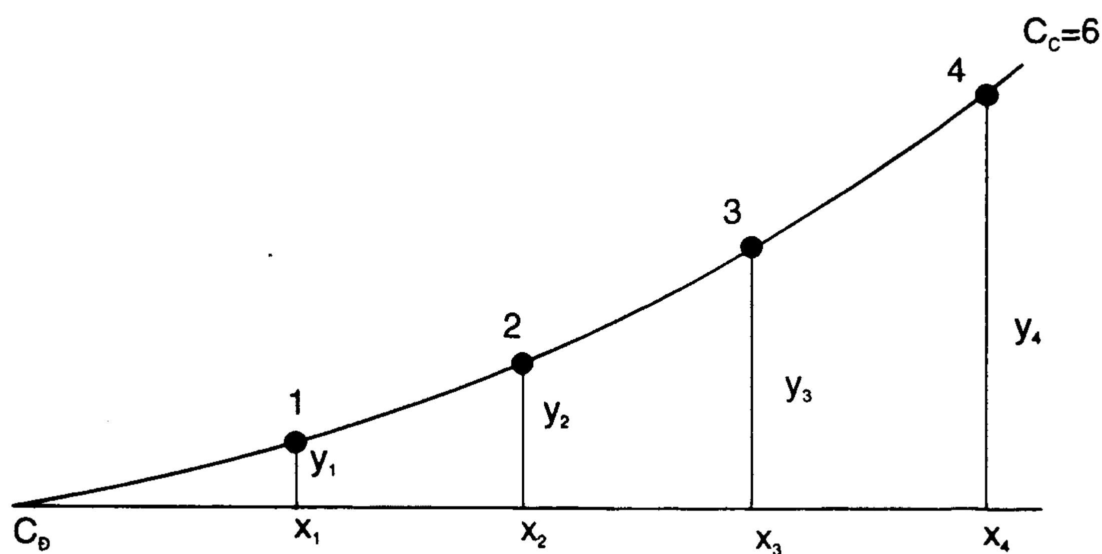
1.19.2. Các phương pháp bố trí điểm chi tiết đường parabôn bậc ba

1. Phương pháp thứ nhất

Bố trí điểm chi tiết dọc theo đường tiếp tuyến chính với các hoành độ và tung độ (hình 1.48). Dọc theo đường tiếp tuyến chính chia ra làm n phần bằng nhau.

Ví dụ n= 6. Khi đó tính được các thông số để bố trí và tính được các tung độ :

Điểm	Hoành độ	Tung độ
1	$x_1 = \frac{l}{6}$	$y_1 = \left(\frac{l}{6}\right)^3 \cdot \frac{1}{6lR} = \frac{m}{54}1$
2	$x_2 = \frac{2l}{6}$	$y_2 = \left(\frac{2l}{6}\right)^3 \cdot \frac{1}{6lR} = \frac{m}{54}8$
3	$x_3 = \frac{3l}{6}$	$y_3 = \left(\frac{3l}{6}\right)^3 \cdot \frac{1}{6lR} = \frac{m}{54}27$
4	$x_4 = \frac{4l}{6}$	$y_4 = \left(\frac{4l}{6}\right)^3 \cdot \frac{1}{6lR} = \frac{m}{54}64$
5	$x_5 = \frac{5l}{6}$	$y_5 = \left(\frac{5l}{6}\right)^3 \cdot \frac{1}{6lR} = \frac{m}{54}125$
6	$x_6 = \frac{6l}{6}$	$y_6 = \left(\frac{6l}{6}\right)^3 \cdot \frac{1}{6lR} = \frac{m}{54}216$



***Hình 1.48**. Bố trí điểm chi tiết dọc theo đường tiếp tuyến chính với các hoành độ và tung độ.*

2. Phương pháp thứ hai.

Bố trí các điểm chi tiết theo đường nối điểm đầu và điểm cuối của đường cong chuyển tiếp $C_Đ$ C_C (hình 1.49).

Ví dụ chia cung $C_Đ C_C$ ra làm tám phần bằng nhau. Từ đó suy ra:

$y_1 + p_1 = 1.4m : 8$, $y_5 + p_5 = 5. 4m$

$y_2 + p_2 = 2.4m : 8$, $y_6 + p_6 = 6. 4m : 8$

$y_3 + p_3 = 3.4m : 4$, $y_7 + p_7 = 7. 4m : 8$

$y_4 + p_4 = 4.4m : 8$, $y_8 + p_8 = 8. 4m : 8$.

Sau đó tính được:

$p_1 = 63. m : 128$

$p_2 = 120. m : 128$

$p_3 = 165. m : 128$

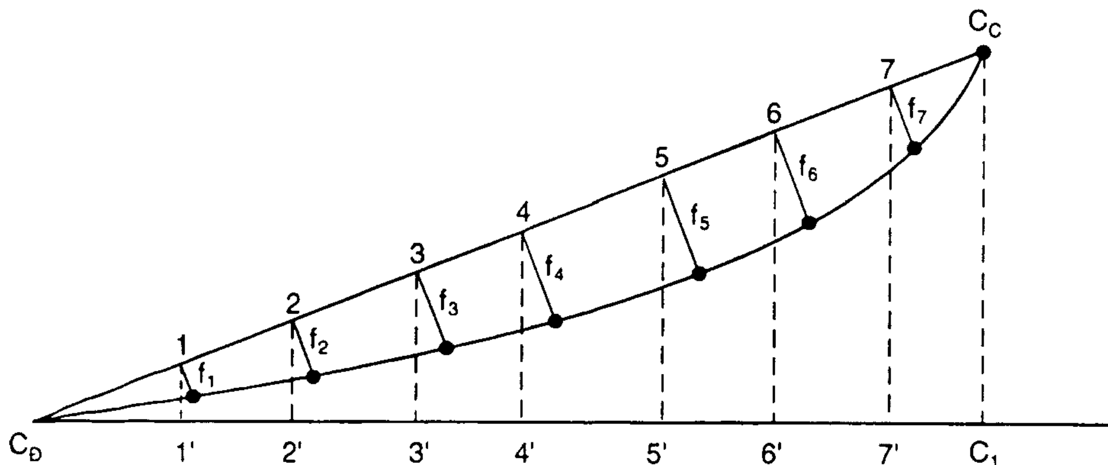
$p_4 = 192. m : 128$

$p_5 = 195. m : 128$

$p_6 = 168. m : 128$

$p_7 = 105. m : 128$

$p_8 = 0 . m : 128$.



Hình 1.49. *Bố trí điểm chi tiết của đường cong chuyển tiếp theo đường nối điểm cuối*

Từ các đoạn p_i tính các đoạn f_i theo công thức :

$$f_i = p_i \sin\beta$$

Trong đó góc β tính theo công thức :

$$tg\beta = l : 4m$$

Thường góc β có giá trị lớn nên viết được :

$$f_i \approx p_i$$

Từ các điểm 1, 2 ... n trên cung nối hai điểm của đường cong chuyển tiếp, dựng các đoạn thẳng vuông góc f_1 , f_2 ... f_n sẽ xác định được các điểm chi tiết của đường cong chuyển tiếp.

Trong trường hợp đường cong chuyển tiếp dài có thể chia chúng ra làm hai hoặc ba cung nhỏ (hình 1.50).

Giả sử chia cung của đường cong chuyển tiếp ra làm hai phần C_DM và MC_C. Khi đó xác định được:

$$MN = C_1D = m : 2$$

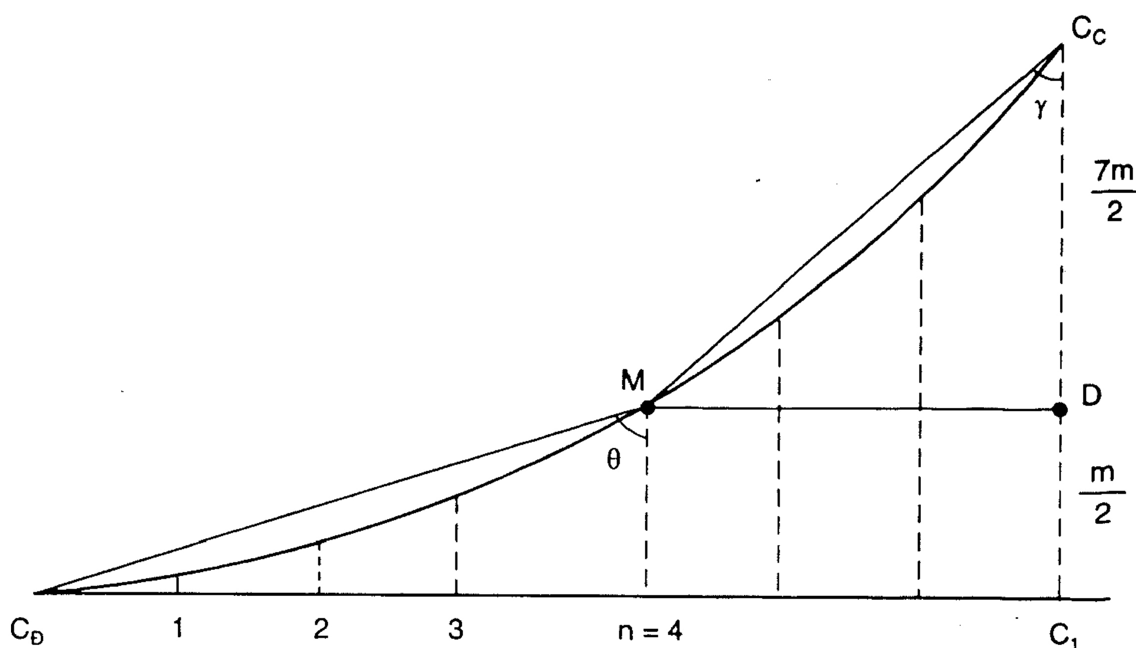
và

$$C_CD = 7m : 2$$

Tính các góc θ và γ theo công thức :

$$tg\theta = (l : 2) : (m : 2) = l : m$$

$$tg\gamma = (l : 2) : (7m : 2) = l : 7m$$



Hình 1.50. Bố trí đường cong chuyển tiếp lớn.

Tương tự theo phương pháp đã trình bày ở trên tính được :

$f_1 = 15.m : 128$

$f_2 = 24.m : 128$

$f_3 = 21.m : 128$

$f_5 = 51.m : 128$

$f_6 = 72.m : 128$

$f_7 = 57.m : 128.$

Bằng cách tương tự đã trình bày ở phần trên, bố trí được các điểm chi tiết của đường cong chuyển tiếp có độ dài lớn.

1.20. ĐƯỜNG CONG CON RẮN

Phương trình đường cong con rắn có dạng :

$$\rho = C : S \qquad (1.20.1)$$

Trong đó ρ là bán kính cong tại một điểm trên đường cong và nó được xác định bằng công thức:

$$\rho = dS : d\varphi$$

hoặc

$$C : S = dS : d\varphi$$

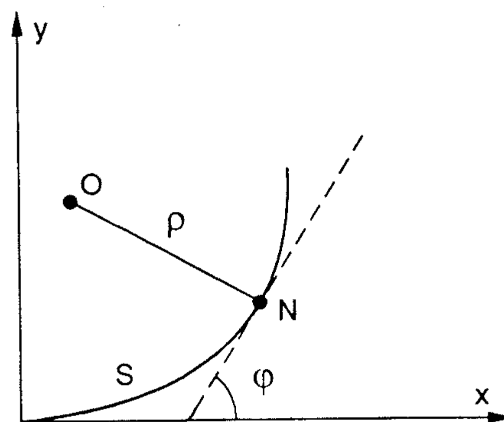
Giải phương trình vi phân trên trong điều kiện $\varphi = 0$ và $S = 0$ nhận được:

$$\int SdS - C\int d\varphi = 0$$

$$S^2 : 2 - C\varphi = 0$$

$$S^2 = 2C\varphi \qquad (1.20.2)$$

Phương trình trên là một cách thể hiện khác của đường cong (hình 1.51).



Hình 1.51. Đường cong con rắn.

Để chuyển sang tọa độ vuông góc từ các nghiệm của phương trình vi phân trên áp dụng công thức :

$$dX = dS\cos\varphi \text{ và } dY = dS\sin\varphi.$$

Độ dài các đoạn thẳng vi phân dS tính theo công thức :

$$2.S.dS = 2.C.d\varphi$$

$$dS = C.d\varphi : S$$

Sau khi biến đổi nhận được :

$$dS = \sqrt{C} : 2)(d\varphi : \sqrt{\varphi})$$

Sau khi biến đổi các phương trình trên nhận được phương trình tọa độ vuông góc của đường cong :

$$X = S - (S^5 : 40C^2) + (S : 3456C^4) + ...$$

$$Y = (S^3 : 6C) - (S^7 : 336C^3) + (S^{11} : 42240C^5) + ... \quad (1.20.3)$$

Bằng các phương trình trên tính được tọa độ của các điểm trên đường cong. Trong quá trình tính chỉ cần một hoặc hai thành phần vế phải của chuỗi là đủ độ chính xác cần thiết.

1.21. TÍNH CÁC YẾU TỐ CƠ BẢN ĐƯỜNG CONG CHUYỂN TIẾP VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP BỐ TRÍ

Đoạn nối giữa đường thẳng và đường cong tròn là đường cong chuyển tiếp. Có hai phương pháp để bố trí các đường cong chuyển tiếp đó là phương pháp liên kết trong hoặc liên kết ngoài.

1.21.1. Bố trí đường cong chuyển tiếp theo phương pháp liên kết ngoài

Trong trường hợp này bán kính của đường cong tròn không thay đổi. Để xây dựng đường cong chuyển tiếp nối phần đường thẳng với phần đường cong tròn của tuyến cần xác định điểm đầu, điểm cuối và tâm của đường cong tròn mới (hình1.52). Nếu kí hiệu AP và A_1P_1 là các đường cong chuyển tiếp, PP_1 là đường cong tròn được xác định bởi điểm đầu $Đ_D$ và điểm cuối $Đ_C$.

Khi bố trí đường cong chuyển tiếp cần xác định điểm đầu và điểm cuối của nó. Đầu tiên xác định khoảng cách p theo công thức :

$$p = LB = DP + QC_1 - C_1L = y + R\cos\varphi - R \quad (1.21.1)$$

Trong đó :

φ - góc được xác định bởi đường cong chuyển tiếp.

Góc φ được tính từ biểu thức :

$$\varphi.\ S^2 : 2C = S^2 : 2RS = S : 2R = X : 2R \quad (1.21.2)$$

vì S = X .

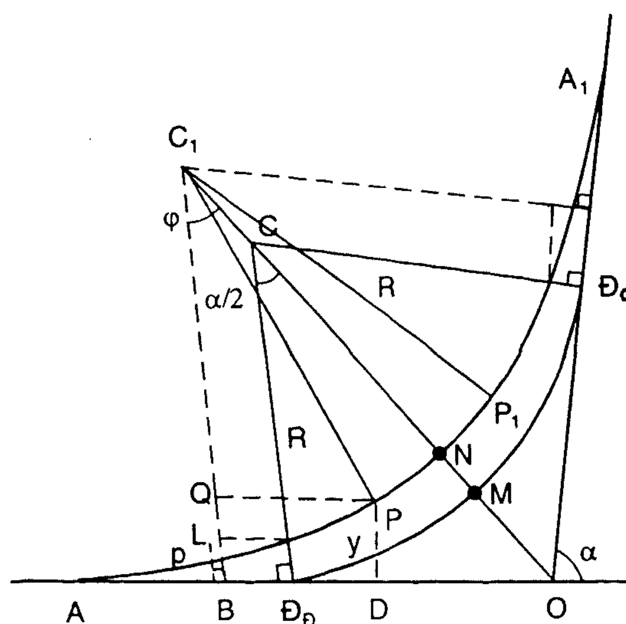
Tiếp theo xác định điểm đầu của đường cong chuyển tiếp AP và đỉnh O của nó

$$AO = OĐ + ĐB + AB$$

Trong đó :

$$OĐ_Đ = Rtg\alpha/2\ ;\ BA = AD - BD = X - R\sin\varphi$$

$$Đ_ĐB = OB - OĐ_Đ\ ;\ OB = (R + p)tg\alpha/2$$



Hình 1.52. Bố trí đường cong chuyển tiếp theo phương pháp liên kết ngoài.

Từ đó suy ra :

$$Đ_Đ = ptg\alpha/2\ .$$

Đoạn OA cần tìm có dạng :

$$OA = Rtg\alpha/2 + X - R\sin\varphi + p\ tg\alpha/2.$$

Tâm đường cong tròn dịch chuyển một đoạn MN. Đoạn thẳng này tính theo công thức:

$$MN = CC_1 = p\sec\alpha/2\ .$$

Khi bố trí đường cong chuyển tiếp ngoài thực địa thực chất là giảm bán kính của đường cong tròn một đại lượng p (hình 1.53)

$$p = LB = OK + KB - OL$$

Trong đó :

$$OL = OD = R - p$$

$$OK = OD\cos\varphi = (R - p)\cos\varphi$$

$$KB = DE = y$$

hay $$p = (R - p)\cos\varphi + y - (R - p)$$

$$p = R - \{(R - y) : \cos\varphi\}$$

$$\varphi = S^2 : 2C = S^2 : 2RS = S : 2R$$

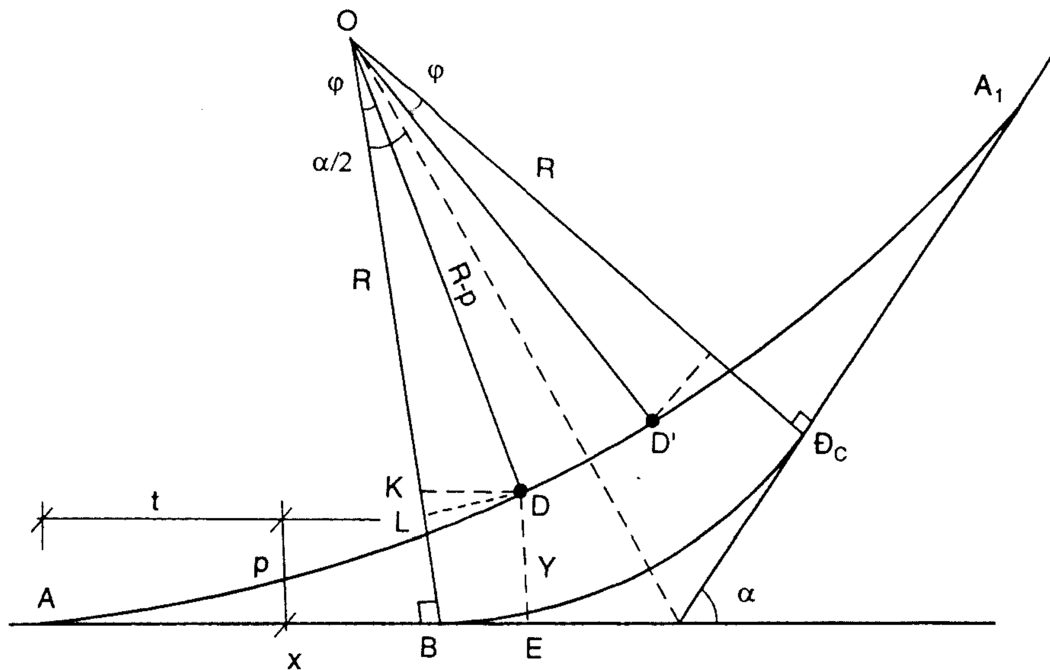
Trong đó :

S - độ dài đường cong chuyển tiếp.

Tiếp tuyến t tính theo công thức:

$$t = AE - BE$$

Trong đó : $AE = x$, $BE = (R - p)\sin\varphi$



Hình 1.53. *Sơ đồ bố trí đường cong chuyển tiếp*

Ví dụ : Cho bán kính đường cong tròn R = 800*m*, độ dài đường cong chuyển tiếp S = 100, α = 50°54,8'. Tính các thông số:

1. $\varphi = S \,.\, \rho : 2R \approx 3°44,9'$;

2. $x = 100 - \{100^5 : (100^2 . 40 . 800^2)\} \approx 99,96$ *m*;

3. $y = (100^3 : 6 . 800 . 100) - \{100^7 : (336 . 800^3 . 100^3)\} \approx 2,082$ *m;*

4. $p = 2,082 : 0,998 + 800 - 800 : 0,996 \approx 0,483$ *m;*

5. $t = 99,96 - 799,52 . 0,06246 \approx 50,01$*m;*

Bằng cách trên có thể tính được tất cả các yếu tố cần thiết để bố trí đường cong chuyển tiếp ra ngoài thực địa.

1.21.2. Bố trí đường cong chuyển tiếp theo phương pháp liên kết trong

Khi sửa chữa đường ở những đoạn đường cong chuyển tiếp phải áp dụng phương pháp liên kết trong, bởi thực tế ở đây đã có đường cong tròn, ta cần bố trí đường cong chuyển tiếp. Bản chất của phương pháp liên kết trong là đưa đường cong tròn về vị trí ban đầu của nó (hình1.54).

Trên hình 1.54 có: AP là đường cong chuyển tiếp; NP là đường cong tròn với bán kính cong CO = R ; PP_1 là đường cong mới với độ giảm bán kính còn $C_1N = r$.

Để bố trí đường cong chuyển tiếp cần xác định các yếu tố cơ bản sau:

$$x = S - S^5 : 40 . C + \dots .$$

$$y = S^3 : 6 . C - S^7 : 336 . C^3 + \dots$$

$$\varphi = S^2 : 2C$$

Đại lượng p = LD có thể tính theo công thức :

$$p = LD = DQ + QC_1 - C_1L = y + r\cos\varphi - r$$

Góc θ tính theo công thức :

$$\cos\theta = (R - r - p) : (R - r)$$

Để tính t cần phải xác định các đại lượng m và g. Từ hình 1.54 cho thấy:

$$m = AE - DE = x - r\sin\varphi$$

$$g = (R - r)\sin\theta$$

Từ đó suy ra:

$$t = m - g = x - r\sin\varphi - (R - r)\sin\theta$$

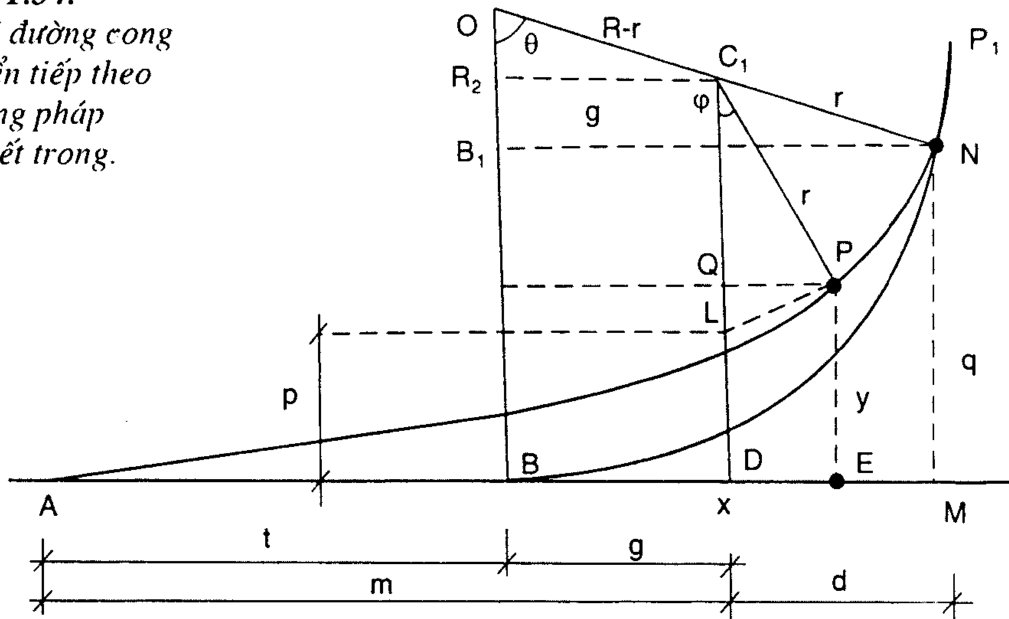
Hoành độ của điểm cuối đường cong N với bán kính được tính từ điểm đầu của đường cong chuyển tiếp. Tương tự tính được đoạn m + d , trong đó :

$$d = r\sin\theta$$

Tung độ của điểm cuối đường cong tính theo công thức :

$$MN = q = BB_1 = BO - B_1O = R - R\cos\theta = R(1 - \cos\theta)$$

Hình 1.54.
Bố trí đường cong chuyển tiếp theo phương pháp liên kết trong.



Trong thực tế các yếu tố trên có thể lấy từ bảng tra hoặc tính bằng máy tính tay.

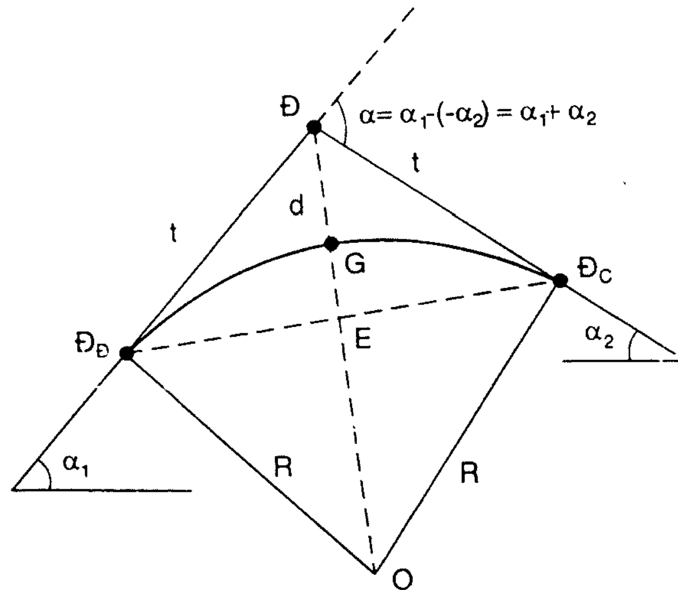
1.22. ĐƯỜNG CONG ĐỨNG

Khi đo cao các công trình hình tuyến để vẽ mặt cắt dọc, chúng ta xác định được các đỉnh cao nhất trong từng đoạn trên tuyến. Các đỉnh cao đó lồi lên rồi võng xuống. Đó là những chướng ngại hạn chế tầm nhìn của các phương tiện chuyển động. Tại các đỉnh đó phải bố trí các đường cong đứng. Khi vật chuyển động vào đoạn đường cong đứng sẽ xuất hiện các lực ly tâm trên các đỉnh đường cong.

Tại đường cong đứng hướng của chuyển động thay đổi một góc α_1 và α_2 (hình1.55). Tại đỉnh hai hướng giao nhau một góc α. Giá trị của α phụ thuộc vào α_1 và α_2 :

$$\alpha = \alpha_1 - (-\alpha_2) = \alpha_1 + \alpha_2 \qquad (1.22.1)$$

Đối với đường sắt hoặc đường bộ, đường cong đứng thường là các đường cong tròn. Đối với đường sắt bán kính đường cong tròn thường chọn nhỏ hơn 10 000*m*, bán kính nhỏ nhất cho phép là 3000*m*. Đặc biệt đối với đường cấp hai, hai bán kính cong đứng tối thiểu là 1 000*m*. Bán kính đường cong lồi lớn hơn đường cong lõm rất nhiều để đảm bảo an toàn cho phương tiện chuyển động. Khi chuyển động trên đường cong lồi, do ảnh hưởng của lực ly tâm nên ma sát của vật chuyển động lên mặt đường giảm rất nhiều.



Hình 1.55. *Sơ đồ đường cong đứng.*

Bán kính cong tối thiểu của đường cong lồi tính theo công thức :

$$R = v^2 : 13.a_0 \qquad (1.22.2)$$

Trong đó :

a_0 - gia tốc ly tâm tối đa cho phép, thường lấy là 0,5 ÷ 0,7m/s^2 vào ban ngày và 0,15m/s^2 vào ban đêm.

Sau khi chọn được bán kính cong R, ta tính điểm đầu, điểm giữa và điểm cuối của đường cong.

Trước tiên tính độ dài tiếp tuyến :

$$t = R\text{tg}\ \alpha/2 \qquad (1.22.3)$$

Góc α tính từ các góc α_1 và α_2 nhận được thông qua đo cao dọc tuyến :

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$$

hoặc :

$$\text{tg}\ \alpha = (\ \text{tg}\ \alpha_1 - \text{tg}\ \alpha_2\ ) : (\ 1 - \text{tg}\ \alpha_1 \text{tg}\ \alpha_2\ )$$

Các góc α_i có giá trị nhỏ nên có thể viết:

$$\text{tg}\ \alpha_1.\text{tg}\ \alpha_2 \approx 0$$

đặt:

$$\text{tg}\ \alpha_1 = i_1,\ \text{tg}\ \alpha_2 = i_2$$

Thay vào biểu thức trên tính được:

$$tg\ \alpha = i_1 - (-i_2) = i_1 + i_2$$

Đặt

$$tg\ \alpha = m = i_1 \pm i_2$$

Kết quả tính được chiều dài tiếp tuyến :

$$t = Rm : 2 \qquad (1.22.4)$$

Độ dài đường cong K và khoảng cách từ đỉnh tới điểm giữa đường cong d tính theo công thức:

$$K = 2.t = R.m$$

$$d = t_2 : 2.R \qquad (1.22.5)$$

Điểm chi tiết của đường cong đứng tính theo phương pháp gần đúng. Xem đường cong như là đường parabôn và tính các điểm chi tiết theo công thức:

$$y = x^2 : 2.R \qquad (1.22.6)$$

Điểm đầu của đường cong lấy theo điểm đầu trên đường có độ dốc i_1, điểm cuối đường cong lấy điểm đầu của đường có độ dốc i_2.

Trong phần đầu của đường cong đứng, lấy trục 0X là đường thẳng nằm ngang với điểm gốc là điểm đầu đường cong. Trên khoảng cách đều nhau của trục X tính độ cao h của các điểm đó theo công thức:

$$h = x.i \qquad (1.22.7)$$

Lấy độ cao trừ đi tung độ tương ứng tính được chênh cao so với điểm đầu :

$$h_m = x_i i - y_i = x_i\ i - x^2_i : 2R \qquad (1.22.8)$$

Ví dụ :

Cho $i_1 = 0{,}06$; $i_2 = 0{,}01$ và R = 3 000*m*.

Tính được các yếu tố chính của đường cong :

$$t = R(i_1 - i_2) : 2 = 75m$$

$$d = t_2 : 2R = 0{,}94m$$

Từ độ dài tiếp tuyến t xác định điểm đầu và điểm cuối đường cong .

Chương 2
QUY HOẠCH MẶT BẰNG KHU ĐÔ THỊ

2.1. ĐẶC ĐIỂM VÀ NỘI DUNG TRONG QUY HOẠCH ĐÔ THỊ

Khi tiến hành công tác quy hoạch đô thị cần thực hiện theo một sơ đồ quy hoạch tổng thể định trước. Nội dung của sơ đồ quy hoạch tổng thể là chỉ rõ những nguyên tắc tổ chức và phát triển đô thị trên cơ sở chủ trương đường lối phát triển đô thị và quy hoạch vùng lãnh thổ theo các tiêu chí:

- Vai trò kinh tế của đô thị;
- Chức năng hành chính, chính trị, thương nghiệp, dịch vụ, vận tải...
- Đặc tính của hạ tầng cơ sở.

Sơ đồ quy hoạch tổng thể xây dựng đô thị xác định những định hướng cơ bản về quy hoạch lãnh thổ của đô thị cũng như định hướng quy mô phát triển trong tương lai.

Trong quy hoạch phải xét đến các liên quan giữa các khu dân cư, các vùng phụ cận của thành phố và sự cân đối hợp lý giữa việc mở rộng đô thị, đất sử dụng trồng trọt, vùng cây xanh, các danh lam thắng cảnh thiên nhiên, di tích lịch sử... Sơ đồ quy hoạch tổng thể phải xác định các nội dung sau:

- Mục đích sử dụng đất cho các đối tượng khác nhau;
- Quy hoạch tổng thể về mạng lưới giao thông;
- Quy hoạch phân bố các công trình hạ tầng cơ sở;
- Xác định vị trí các khu vực sản xuất, dịch vụ quan trọng;
- Xác định vùng ưu tiên cải tạo, mở rộng hoặc xây dựng mới;

Sơ đồ quy hoạch xây dựng tổng thể phải xác định được đường lối phát triển và sự phối hợp việc xây dựng đô thị với chương trình phát triển kinh tế chung của các địa phương, các ngành, các cơ quan có liên quan cũng như trên phạm vi chung của đất nước.

Khi thực hiện quy hoạch đô thị cần có tài liệu quy hoạch sử dụng đất tổng thể của đô thị. Trong tài liệu này cần xác định rõ phương thức, mục

đích sử dụng cũng như sự phân chia quỹ đất cho các đối tượng sử dụng khác nhau. Phải thực hiện theo nội dung của các quy định về môi trường, cảnh quan kiến trúc đô thị.

Mạng lưới giao thông đô thị là một trong những vấn đề cơ bản nhất trong quy hoạch đô thị. Khi quy hoạch mạng lưới giao thông phải đáp ứng các nội dung:

- Chọn phương tiện giao thông để vận chuyển người và hàng hóa;

- Mạng lưới đường ô tô, đường xe đạp, đường đi bộ và các hành lang chuyên dụng khác nếu có;

- Nhà ga, bến xe, bãi đỗ xe...

Trong quy hoạch giao thông cần có các phương án quy hoạch cho thời gian trước mắt là 5-10 năm, thời gian trung bình 15-20 năm và kế hoạch dài hạn 30-40 năm. Mạng lưới giao thông đô thị được quy hoạch trên cơ sở xác định lưu lượng giao thông với ba thành phần chính là giao thông quá cảnh, giao thông cục bộ và giao thông nội bộ.

Thiết kế quy hoạch mạng lưới giao thông đô thị thực hiện theo trình tự sau:

1. Phân tích vùng thiết kế.

Dựa trên cơ sở tự nhiên và xã hội để phân tích vùng thiết kế:

- Các điều kiện tự nhiên như địa hình, địa chất, thuỷ văn, sự phân bố của các loại vật liệu xây dựng...;

- Sự phân bố dân cư, mật độ, tốc độ phát triển, quy mô gia đình, thành phần độ tuổi...;

- Sự phân bố lao động và việc làm;

- Sự phân bố của các thành phần kinh tế như chăn nuôi, trồng trọt trong nông nghiệp, các nhà máy trong công nghiệp cũng như sự phân bố của các trung tâm chính trị, xã hội, dịch vụ...;

- Hiện trạng xây dựng và mạng lưới đường giao thông đô thị.

Trên cơ sở phân tích điều kiện tự nhiên và xã hội khu đô thị để phân chia mạng lưới giao thông thành các khu vực nhỏ. Có thể phân chia theo đơn vị hành chính, theo đặc tính về phân bố mạng lưới giao thông vận tải hoặc theo sự chia cắt của địa hình tự nhiên. Mức độ phân chia dựa theo diện tích khoảng 150-500*ha* hoặc dựa theo dân số từ 5000 - 10 000 dân.

2. Phân tích khả năng đi lại của dân cư trong phạm vị đô thị.

Để lập ra các phương án quy hoạch mạng lưới giao thông, khi quy hoạch phải đáp ứng các chỉ tiêu:

- Triệt để tận dụng mạng lưới giao thông hiện có;
- Thời gian đi lại của hành khách là ngắn nhất, giá thành vận tải thấp nhất;
- Diện tích đất sử dụng ít nhất;
- Tránh tập trung giao thông về trung tâm đô thị.

3. Dựa vào lưu lượng giao thông để định cấp hạng của đường phố.

2.2. TÀI LIỆU KHẢO SÁT TRẮC ĐỊA DÙNG TRONG QUY HOẠCH MẶT BẰNG

Để đáp ứng nội dung quy hoạch đô thị, trong từng giai đoạn quy hoạch cần sử dụng các tài liệu khảo sát trắc địa ở các tỉ lệ và nội dung đo vẽ khác nhau.

- Bản đồ quy hoạch tổng thể của thành phố tỉ lệ 1 : 5 000 hoặc 1 :2 000. Trên đó thể hiện các nội dung chính sau: mục đích sử dụng đất cho các đối tượng khác nhau; quy hoạch tổng thể về mạng lưới giao thông; quy hoạch phân bố các công trình hạ tầng cơ sở; xác định vị trí các khu vực sản xuất, dịch vụ quan trọng; xác định vùng ưu tiên cải tạo, mở rộng hoặc xây dựng mới...

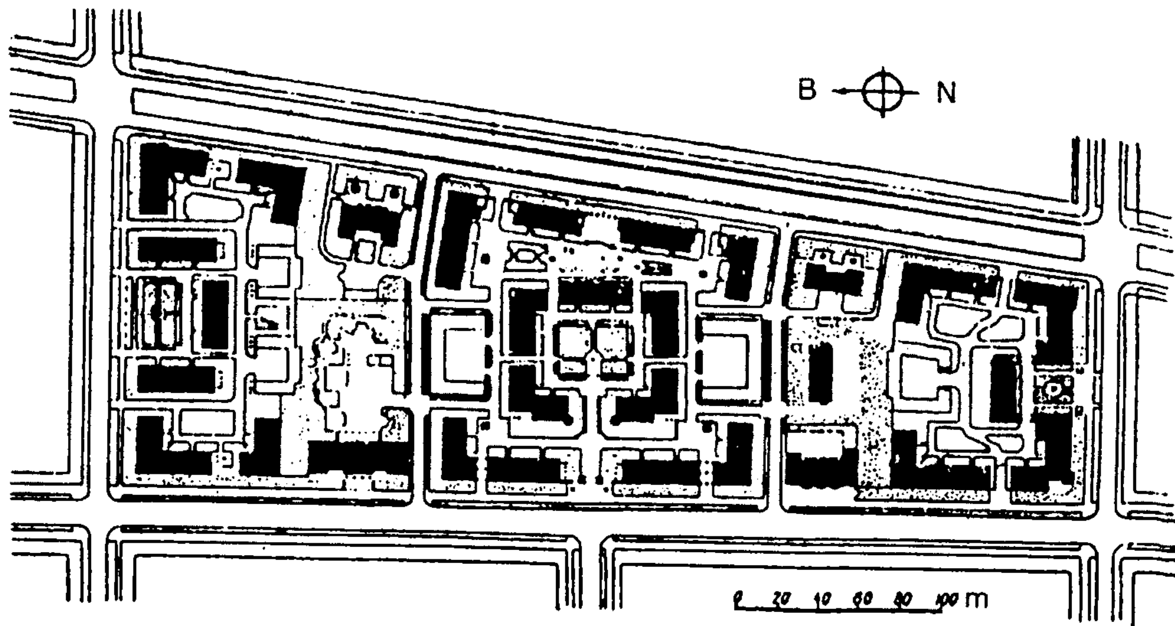
- Bản đồ địa chính tỉ lệ 1 : 500 hoặc 1 : 1000. Các khu vực độ thị lớn, mật độ xây dựng cao có thể cần tới bản đồ địa chính tỉ lệ 1 : 200. Trên bản đồ địa chính cần xác định rõ hình dạng, vị trí, diện tích cũng như chủ sở hữu các ô thửa. Xác định các thông số về qũy đất công.

- Bản đồ quy hoạch mới hoặc quy hoạch cải tạo đô thị ở tỉ lệ 1 : 500 hoặc 1 : 1 000. Trên đó xác định cụ thể các nội dung cần thực hiện trong giai đoạn quy hoạch xây dựng mới hoặc cải tạo (hình 2.1).

2.3. THÀNH PHẦN CƠ BẢN KHU ĐÔ THỊ

Thành phần của khu đô thị trong quy hoạch là đường phố, quảng trường, khu dân cư, khu xây dựng riêng biệt, khu hành chính, khu công cộng... đó là các đơn vị cơ bản. Chúng được phân cách bằng các đường phố hoặc các bờ rào khuôn viên của từng khu. Độ lớn, độ dài, độ rộng, hình dạng của các thành phần đô thị cơ bản cũng như các hạng mục ở bên trong phụ thuộc vào

mục đích sử dụng của chúng cũng như điều kiện tự nhiên và xã hội của từng đô thị cụ thể. Khi thiết kế quy hoạch tổng thể cần xác định rõ hình dạng, vị trí, giới hạn của từng đơn vị cơ bản này. Việc bố trí các đơn vị cơ bản của khu đô thị dựa theo các sơ đồ (hình 2.2).



Hình 2.1. Sơ đồ quy hoạch khu phố.

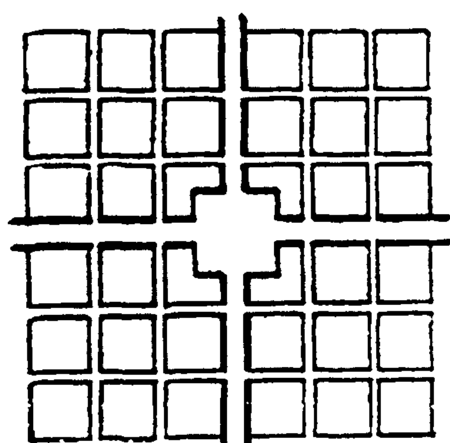
Sơ đồ bố trí được sử dụng phụ thuộc vào điều kiện địa hình, địa lý, điều kiện lịch sử phát triển đô thị. Vùng đồng bằng do địa hình bằng phẳng nên đường phố thường thẳng và kéo dài, còn vùng núi đường phố thường chạy quanh co uốn lượn theo địa hình.

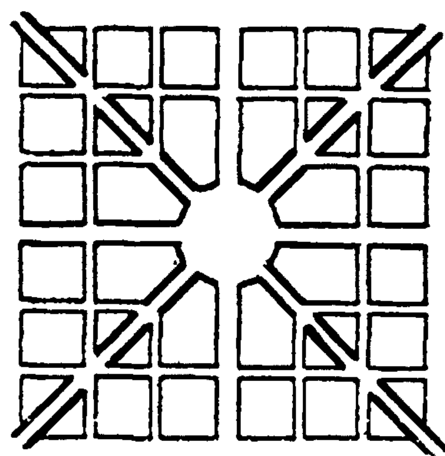
- Sơ đồ hình bàn cờ (hình 2.2,a). Trong sơ đồ này các đường phố đều vuông góc với nhau, tạo thành các ô đất hình vuông hoặc hình chữ nhật. Trong điều kiện địa hình bằng phẳng thường áp dụng sơ đồ này.

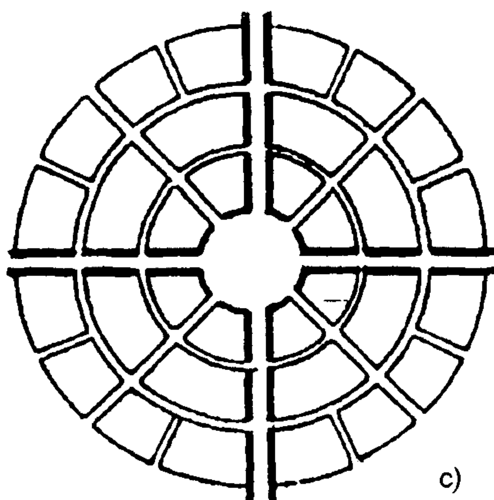
Ưu điểm của sơ đồ là đơn giản, thuận tiện cho bố trí công trình xây dựng, tổ chức giao thông. Không gây căng thẳng cho giao thông ở trung tâm đô thị.

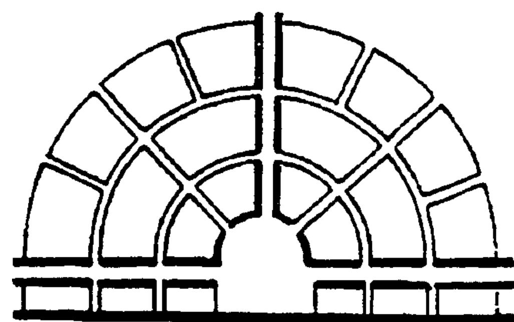
Nhược điểm là đường đi thực tế lớn hơn đường thẳng nối các khu vực trong đô thị từ 20- 30%, dễ đơn điệu trong quy hoạch đô thị.

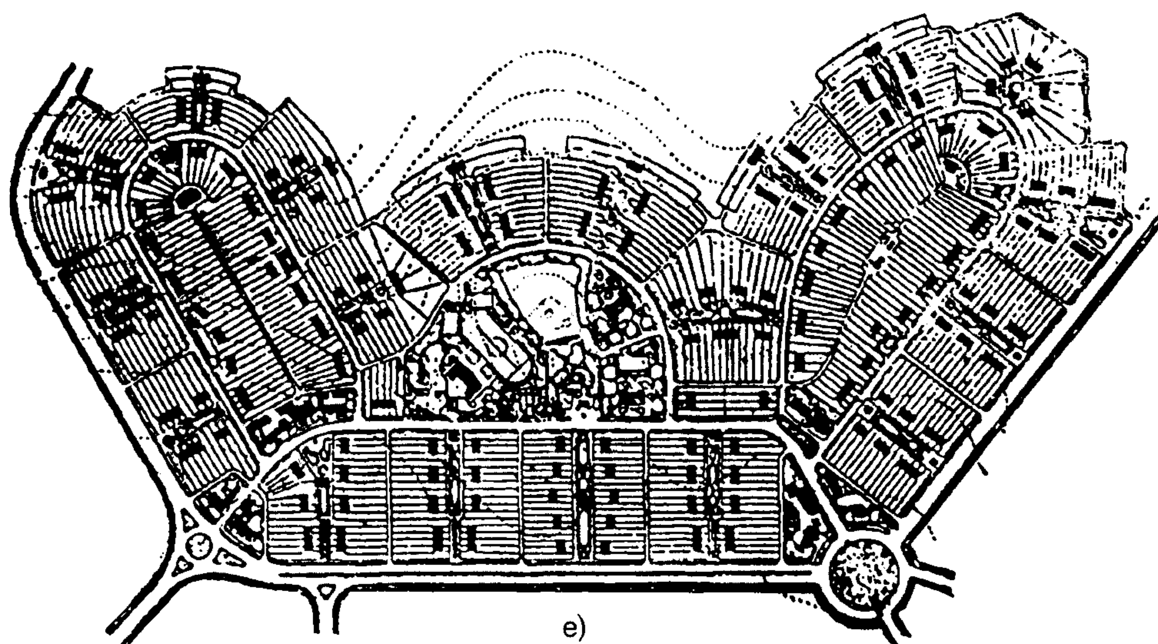
Sơ đồ bàn cờ chéo (hình 2.2,b). Sơ đồ này khắc phục được nhược điểm của sơ đồ bàn cờ là giảm được độ dài đường đi trong đô thị, nhưng lại có nhược điểm là tạo thành các ô hình tam giác, khó bố trí công trình xây dựng, tạo thành các ngã năm đến ngã tám, gây khó khăn cho việc tổ chức giao thông đô thị.











Hình 2.2. *Sơ đồ mạng lưới đường phố.*

- Sơ đồ vòng tròn xuyên tâm (hình 2.2,c). Sơ đồ này có ưu điểm là sự liên hệ giữa các khu phố với nhau cũng như giữa các khu phố với khu trung tâm được thuận tiện. Tỉ lệ giữa đường đi thực tế và đường thẳng giữa các khu vực trong đô thị là bằng nhau hoặc chỉ tăng thêm đến 10%.

Nhược điểm của sơ đồ này là gây căng thẳng cho giao thông ở trung tâm đô thị.

- Sơ đồ hình quạt (hình 2.2,d). Sơ đồ này thường bố trí cho các đô thị ven bờ sông, bờ biển. Nó cũng có các ưu nhược điểm tương tự như sơ đồ vòng tròn xuyên tâm.

- Sơ đồ hỗn hợp (hình 2.2,e). Sơ đồ này kết hợp được các ưu điểm của các dạng sơ đồ trên. Nó tránh được các nhược điểm cơ bản là giao thông tập trung ở khu trung tâm.

- Sơ đồ tự do. Việc bố trí đường phố không theo một dạng hình học nào mà nó thường bám sát theo điều kiện địa hình tự nhiên; tạo điều kiện liên hệ tốt nhất giữa các khu trung tâm xã hội, công nghiệp, dân dụng, nhà ga, bến cảng...

2.4. CẤU TRÚC ĐƯỜNG PHỐ

Trong quy hoạch khu đô thị việc bố trí hệ thống đường giao thông là quan trọng và khó khăn nhất. Khi thực hiện cần dựa trên các đặc điểm đặc trưng của đường phố, như loại đường phố, cấu trúc của đường phố.

Dựa theo mục đích và nhiệm vụ sử dụng để phân loại:

- Chức năng của từng loại đường phố;

- Vai trò của đường phố trong mạng giao thông đô thị;

- Xác định các đặc trưng tiêu biểu như thành phần tham gia giao thông, tốc độ chuyển động, điều kiện đi lại cũng như đặc trưng của các công trình kiến trúc.

Đường phố được chia ra nhiều loại, dựa theo chức năng, quy mô và đặc điểm sử dụng. Căn cứ vào phương tiện giao thông và tốc độ của chuyển động, đường phố chia ra các loại sau:

- Đường giao thông chính toàn thành phố

Loại này có chức năng nối các khu vực, các điểm thu hút hành khách lớn của đô thị với nhau. Khối lượng đảm bảo giao thông lớn, khoảng cách giữa các ngã tư thường dài trên 500*m*.

Đường phố loại này thường có các dải phân cách giữa các luồng xe. Các công trình kiến trúc hai bên đường phố gồm các nhà công cộng lớn, nhà nhiều tầng.

- *Đại lộ*

Loại này thường được bố trí ở khu vực trung tâm các thành phố lớn. Nó gắn liền với quảng trường chính của thành phố. Hai bên đại lộ được bố trí các công trình công cộng, các nhà hàng, nhà hát, rạp chiếu phim... Đại lộ là bộ mặt của thành phố, các công trình kiến trúc thường được xây dựng với hình thức đẹp. Trên đại lộ thường không có tầu điện, mặc dù nó phải đảm bảo khối lượng giao thông lớn. Chiều dài của đại lộ thường từ 1000 - 1500*m*.

- *Đường giao thông chính khu vực*

Khác với đường chính toàn thành phố, loại này đảm bảo giao thông chính của từng khu vực, nối các khu nhà ở với nhau, nối khu nhà ở với khu công nghiệp hoặc nối chúng với các dường giao thông chính của toàn thành phố. Trên loại đường này tham gia tất cả các loại phương tiện giao thông. Độ dài giữa các ngã tư thường không nhỏ hơn 400*m*. Hai bên đường là các công trình kiến trúc như nhà công cộng, nhà phục vụ, nhà ở.

- *Đường phố thương nghiệp*

Trong các thành phố lớn, các dịch vụ thương mại thường được bố trí tập trung để đảm bảo phục đời sống cho dân cư được thuận tiện, giảm bớt nhu cầu giao thông đô thị. Vị trí của nó thường ở gần khu trung tâm thành phố. Loại đường này phải đảm bảo khối lượng giao thông lớn, đặc biệt là người đi bộ. Thường chỉ cho phép người đi bộ, xe đạp, xe máy đi trong loại đường này. Chiều dài giữa các ngã tư là 400 - 700*m*. Các công trình kiến trúc hai bên thường là nhà hàng, trung tâm thương mại...

- *Đường xe đạp*

Trên các đường phố chính có lưu lượng giao thông cơ giới lớn, đồng thời có lưu lượng xe đạp cũng lớn, cần làm các đường riêng cho xe đạp, nhằm tăng tốc độ cho xe cơ giới, giảm tai nạn giao thông và tổ chức hợp lý việc đi lại trong đô thị. Chức năng chính của đường xe đạp là phục vụ đi lại trên các tuyến có nhiều xe đạp như từ nơi ở tới công viên, sân vận động, khu triển lãm, trung tâm thành phố, khu công nghiệp... Các công trình kiến trúc xây dựng hai bên đường xe đạp rất khác nhau, với chức năng đa dạng.

- *Đường cục bộ*

Chức năng của đường cục bộ là đảm bảo giao thông trong từng khu vực của đô thị. Nó phân chia nhà ở trong các tiểu khu. Nối các tiểu khu, các nhà trong tiểu khu với nhau và nối chúng với các phố chính. Lưu lượng giao thông trong đường cục bộ nhỏ. Phương tiện đi lại sử dụng đa dạng. Các ngõ được nối với các đường này. Công trình kiến trúc gồm nhà ở, trường học, nhà trẻ, công trình văn hoá, sinh hoạt, phục vụ hàng ngày cho đời sống trong đô thị.

Ngoài ra còn các dạng đường phố khu công nghiệp, kho hàng, đường cao tốc, đường đi bộ...Trong bảng 2.1 là các thông số kĩ thuật chủ yếu của các loại đường phố.

Bảng 2.1. Các loại đường phố và các thông số kĩ thuật chủ yếu

Thứ tự	Loại đường phố	Tốc độ tối đa cho phép (*km/h*)	Chiều rộng lòng đường (số làn xe) (*m*)	Chiều rộng vỉa hè (*m*)	Chiều rộng đường phố (*m*)
1	Đường ô tô cao tốc	80 -100	4 - 6 làn		80 - 120
2	Đường giao thông chính thành phố	60	4 - 8 làn	4 - 6	65 - 80
3	Đại lộ	40 - 60	6 - 8 làn	6 - 8	50 - 80
4	Đường giao thông khu vực	40 - 60	4 - 6 làn	3 - 5	40- 50
5	Đường phố thương nghiệp	40	8 - 9*m*	6 - 8	20 - 25
6	Đường xe đạp	12 - 15	0,9*m* cho 1 làn xe	1,5 - 3	15 - 20
7	Đường cục bộ	20 - 30	2 - 3 làn	1,5 - 3	
8	Đường phố khu công nghiệp, kho tàng	40 - 60	3 - 6 làn	1,5 - 3	25 - 30
9	Đường ô tô địa phương	40 - 60	2 - 4 làn		30 - 50
10	Đường đi bộ	4 - 6	0,7*m* cho 1 làn xe	1,5 - 3	30- 40

Đối với các đô thị vừa và nhỏ, tùy theo quy mô mà chúng có các loại đường khác nhau. Thường có các dạng chính sau:

- Đường giao thông chính thành phố;
- Đường giao thông khu vực;
- Đường cục bộ;
- Đường ô tô địa phương;
- Đường xe đạp;
- Đường đi bộ.

Theo mặt cắt ngang đường phố gồm các bộ phận như lòng đường, giải phân cách, đường tàu điện, giải cây và thảm cỏ, đường xe đạp, vỉa hè... Tùy theo loại đường, mặt cắt ngang được bố trí với các bộ phận trên khác nhau.

2.5. THIẾT KẾ QUY HOẠCH ĐƯỜNG PHỐ

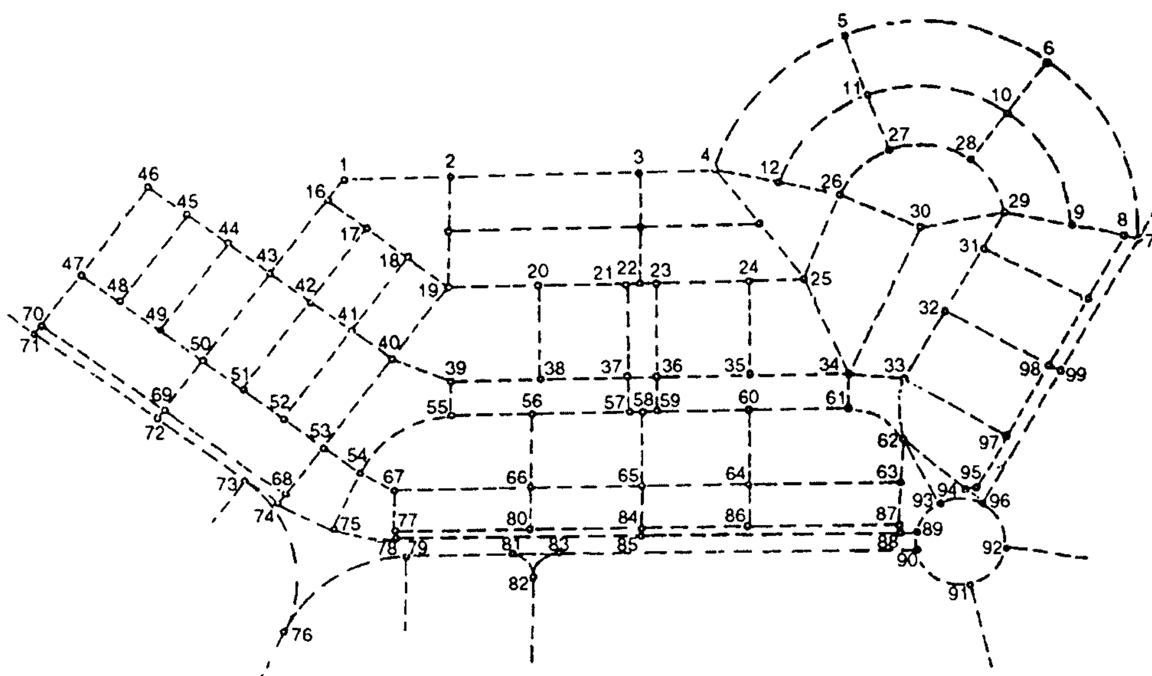
Các thành phần kĩ thuật của đường phố biểu thị trên bản đồ quy hoạch là các đường, dùng để xác định vị trí, hình dạng của chúng. Các thành phần quan trọng nhất của đường phố là:

- Trục đường phố;
- Đường bó vỉa;
- Đường ranh giới xây dựng (đường đỏ);
- Đường quy hoạch;
- Độ dốc dọc của đường phố.

1. Trục đường phố

Trục các đường phố là mạng cơ bản trong quy hoạch khu đô thị (hình 2.3). Sau khi các trục đường được định vị ngoài thực địa, dựa theo các mốc trắc địa đã có trong các bản đồ địa chính để tiến hành đo đường chuyền trắc địa nối các điểm trục đường của mạng đường phố. Các điểm giao của các tuyến đường được xác định tọa độ. Chúng sẽ được xem như các điểm mốc để tiến hành thực hiện bố trí quy hoạch chi tiết.

Đối với các loại đường có nhiều làn xe, các trục khác được bố trí từ các mốc trục chính của đường phố đã được xác định. Trên đường phố các trục khác thường được bố trí đối xứng qua trục chính (hình 2.4).



Hình 2.3. Sơ đồ trục đường phố.

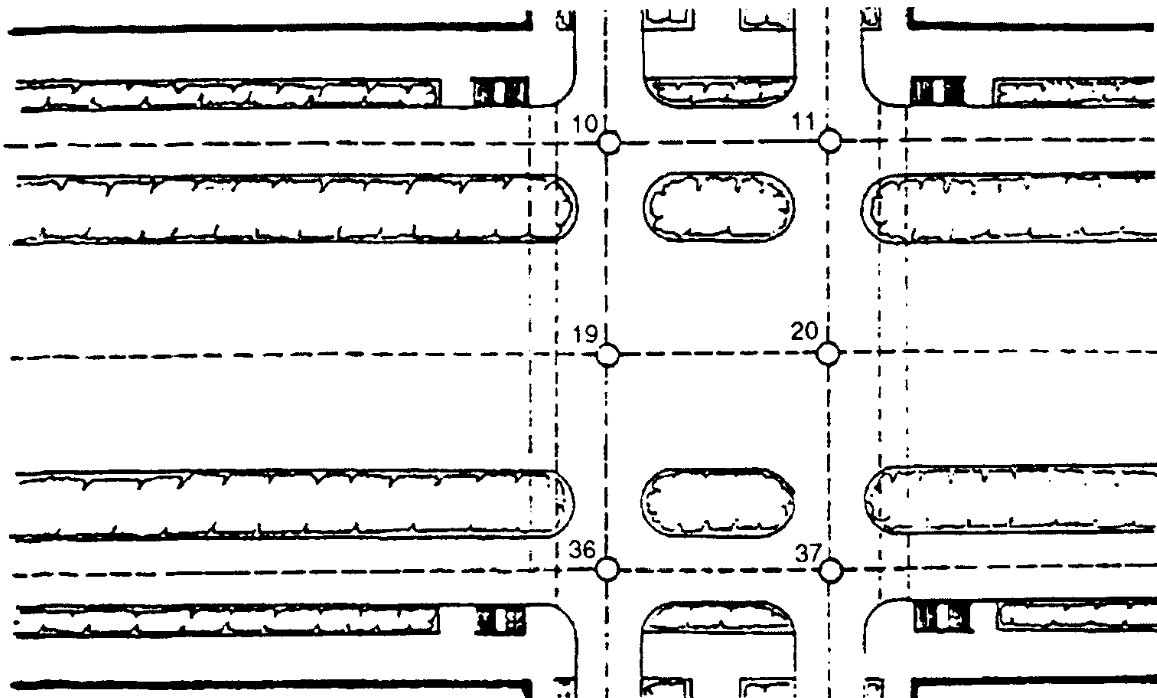
Trên từng loại đường, tùy theo mục đích sử dụng chúng có độ rộng khác nhau, các bộ phận hai bên đường được bố trí đối xứng (hình 2.5,a) hoặc bố trí không đối xứng (hình 2.5,b). Trục đường có thể là đường thẳng, đường cong tròn. Đối với đường trục có dạng đường cong tròn phải xác định điểm đầu, điểm cuối và điểm giữa của nó (hình 2.6). Nếu đường cong tròn có độ dài trên 200*m* thì phải xác định các điểm chi tiết của nó. Trục của các loại đường trên bản vẽ mặt cắt ngang cần phải được biểu thị rõ ràng, đầy đủ các thông số về vị trí và khoảng cách.

2. Bó vỉa

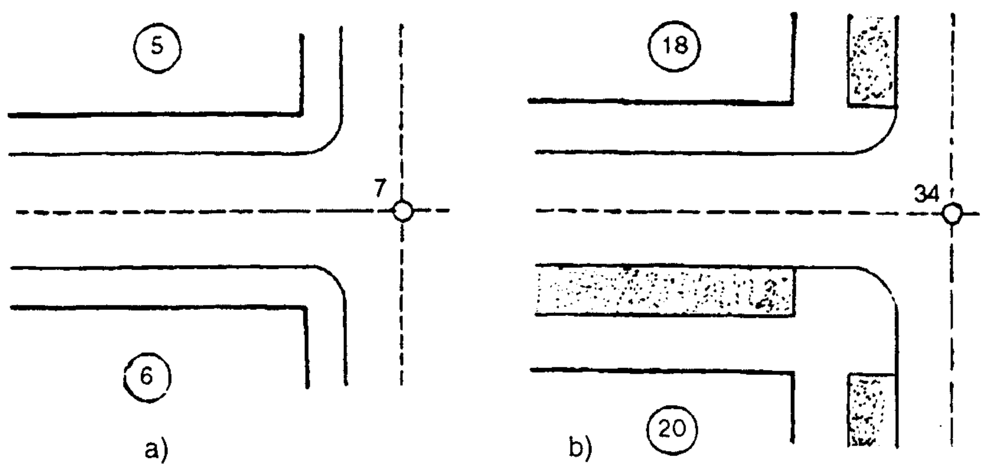
Đó là các đường phân cách lòng đường với dải cây xanh, vỉa hè. Bó vỉa là ranh giới, dùng để xác định độ rộng của lòng đường và các dải phân cách. Bó vỉa thường làm bằng đá hoặc bê tông đúc sẵn.

3. Đường quy hoạch

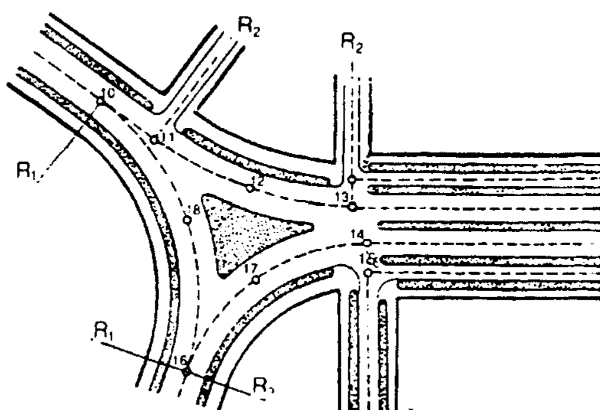
Đường quy hoạch có ý nghĩa kĩ thuật và xã hội. Nó phân cách giữa không gian đường phố và khu vực xây dựng, đồng thời xác định độ rộng của đường phố. Đường quy hoạch phải được các văn bản có tính pháp quy của nhà nước quy định.



***Hình 2.4.** Sơ đồ trục các loại đường trên đường phố lớn*



***Hình 2.5.** Sơ đồ đường đối xứng và không đối xứng*



***Hình 2.6.** Sơ đồ trục đường trên trên nút giao thông phức tạp*

4. Đường ranh giới xây dựng (đường đỏ).

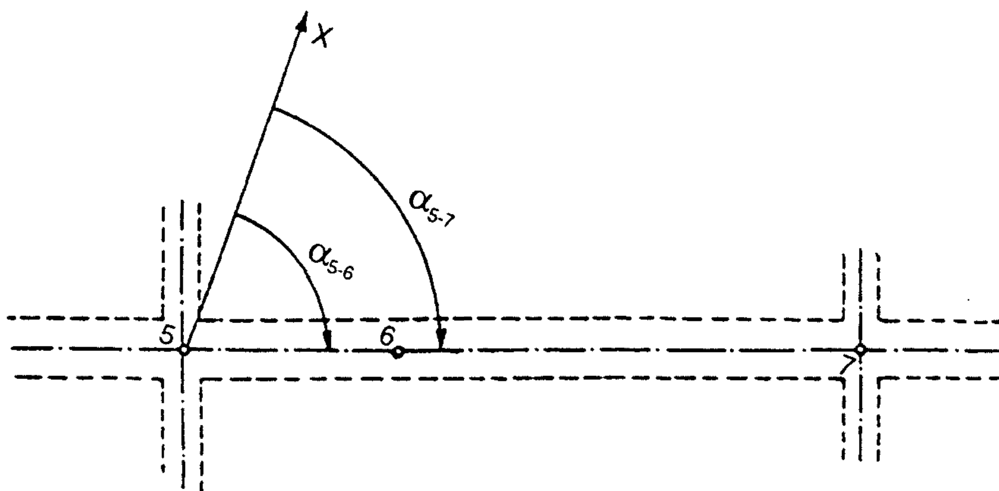
Đây là ranh giới giữa vỉa hè và các phần ngầm (móng) cũng như tường các công trình xây dọc theo đường phố. Đường ranh giới xây dựng có thể trùng với đường quy hoạch hoặc nằm vào phía bên trong so với đường phố.

Trong quá trình thiết kế quy hoạch đường phố cần quan tâm giải quyết thỏa đáng các yêu cầu kĩ thuật như độ dốc theo mặt cắt dọc, các thông số kĩ thuật trên đoạn đường cong tròn, đường cong chuyển tiếp, phần mở rộng lòng đường trên các đoạn đường cong. Tại các nút giao thông phải được quan tâm giải quyết thỏa đáng. Ngoài phần đảm bảo yêu cầu giao thông, đặc biệt cần giải quyết thoả đáng vấn đề tầm nhìn của chuyển động trên đường phố, đường cong của bó vỉa tại các góc đường ...

2.6. TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT TRONG THIẾT KẾ QUY HOẠCH ĐƯỜNG PHỐ

Trong quá trình thiết kế quy hoạch chi tiết đường phố cần phải xác định các thành phần kĩ thuật của đường phố như trục tim đường, bó vỉa, dải phân cách, đường quy hoạch, đường đỏ... trên cơ sở của bản đồ địa chính đã có. Các giải pháp được chọn dựa trên cơ sở đường phố cũ, các công trình kiến trúc đã có và các địa vật quan trọng khác. Dưới đây là một số trường hợp đặc biệt để xác định các thông số cần thiết trong quá trình thiết kế quy hoạch chi tiết đường phố.

1. Cho tọa độ các điểm trên trục đường: $5(X_5, Y_5)$; $6(X_6, Y_6)$; $7(X_7, Y_7)$ (hình 2.7). Kiểm tra xem ba điểm đó có cùng nằm trên một đường thẳng hay không.



Hình 2.7. *Xác định ba điểm nằm trên đường thẳng.*

Để kiểm tra có thể tính góc định hướng của hai đường thẳng đi qua các điểm 5-6 và 5-7. Biểu thức tính kiểm tra

$$\frac{Y_6 - Y_5}{X_6 - X_5} = \frac{Y_7 - Y_5}{X_7 - X_5} \qquad (2.5.1)$$

Nếu ba điểm cùng nằm trên một đường thẳng thì tọa độ của chúng thoả mãn phương trình :

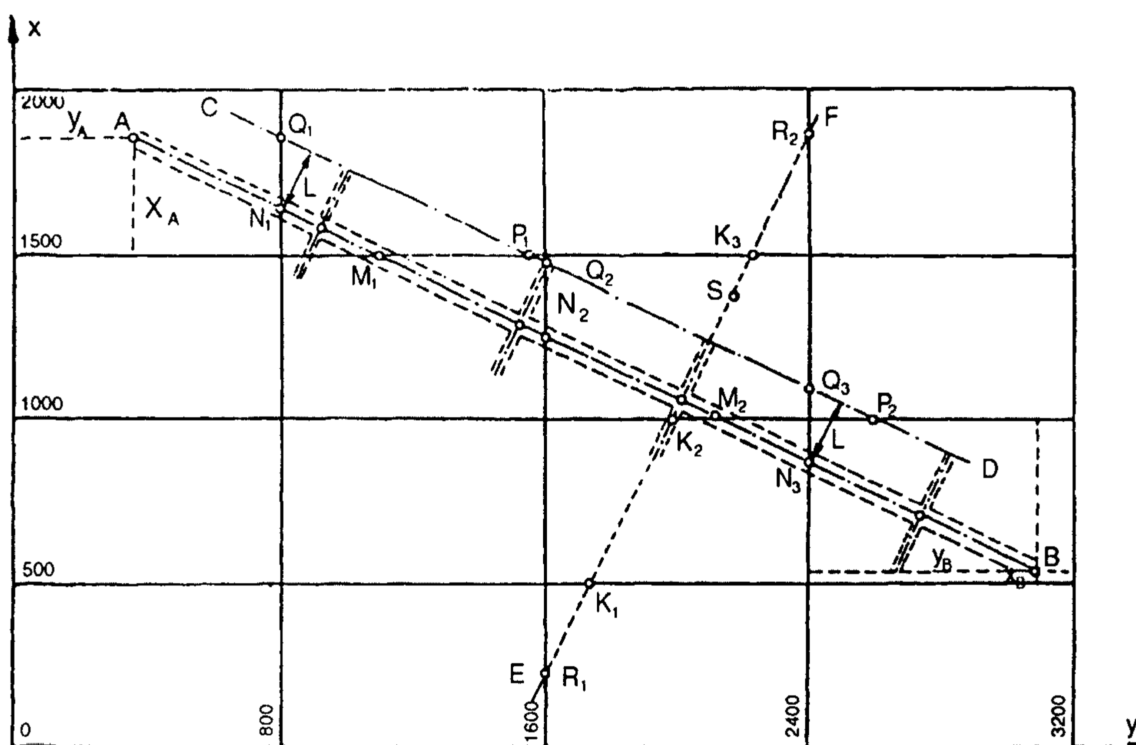
$$Y_5(X_7 - X_6) + Y_7(X_6 - X_5) + Y_6(X_5 - X_7) = 0 \qquad (2.5.2)$$

2. Trường hợp thiết kế tuyến phố AB có chiều dài lớn, nằm trên các tờ bản đồ địa chính khác nhau (hình 2.8).

Giả sử tim của tuyến đường đi qua các điểm N_1, M_1, N_2, M_2 và N_3. Tọa độ điểm A và B có thể xác định trên bản đồ địa chính theo phương pháp đồ giải hoặc đo trực tiếp ngoài thực địa. Tọa độ các điểm còn lại xác định trên bản đồ địa chính thông qua lưới tọa độ được các giá trị tọa độ:

$Y_{N1} = 800m$; $X_{M1} = 1500m$; $Y_{N2} = 1600m$;

$X_{M2} = 1000m$ và $Y_{N3} = 2400m$.



Hình 2.8. Quy hoạch đường phố có chiều dài lớn.

Từ biểu thức :

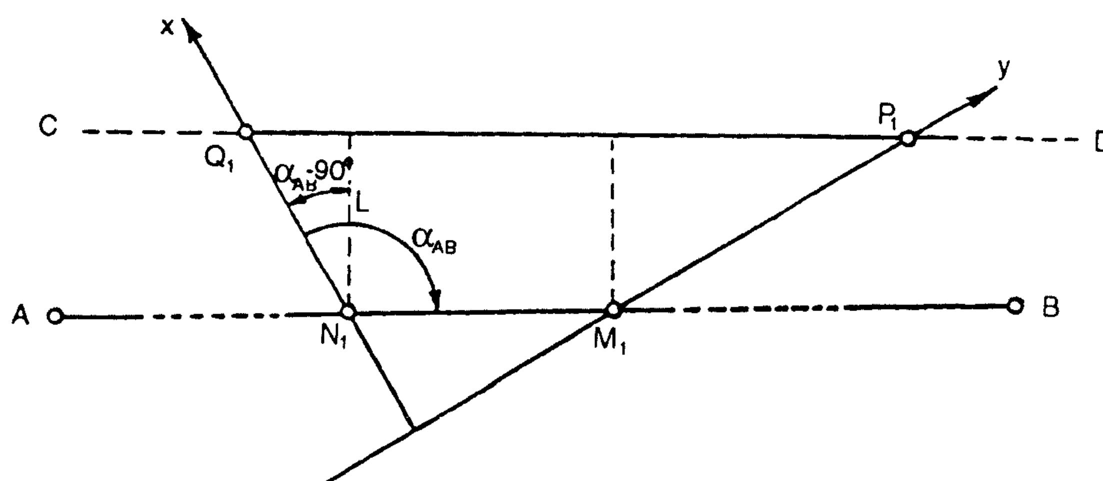
$$\frac{Y_i - Y_A}{X_i - X_A} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

sau khi biến đổi được :

$$X_i = X_A + \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}(Y_i - Y_A)$$

$$Y_i = Y_A + \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}(X_i - X_A) \qquad (2.5.3)$$

Tọa độ các điểm còn lại xác định theo công thức (2.5.3).



***Hình 2.9**. Sơ đồ bố trí trục đường song song.*

3. Khi cần bố trí trục đường nằm song song hoặc vuông góc với các tuyến đường hoặc các công trình đã có.

Ví dụ trục CD cần bố trí song song và cách trục đường AB một khoảng là L (hình 2.8).

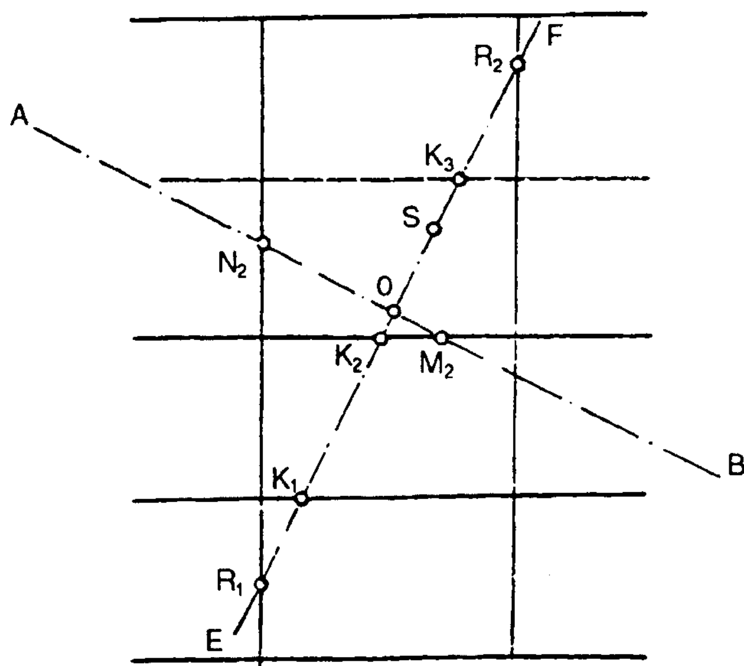
Trục CD được xác định trên bản đồ địa chính bằng các điểm Q_1, P_1, Q_2, Q_3 và P_2. Các tọa độ Y_{Q1}, X_{P1}, Y_{Q2}, Y_{Q3} và X_{P2} xác định trên bản đồ. Các tọa độ còn lại phải tính. Từ hình 2.9 viết được công thức tính các tọa độ còn lại

$$X_{Qi} = X_N + \frac{L}{\cos\alpha_{AB}}$$

$$Y_{Pi} = X_M + \frac{L}{\sin\alpha_{AB}} \qquad (2.5.4)$$

4. Bố trí trục đường EF đi qua điểm S và vuông góc với trục đường chính AB tại điểm $O(X_O, Y_O)$ (hình đứng 2.8) và (hình 2.10).

Từ tọa độ điểm S và điểm O, tính góc định hướng đường thẳng EF



Hình 2.10. Sơ đồ bố trí trục đường vuông góc.

$$tg\alpha_{EF} = tg\alpha_{OS} = tg(\alpha_{AB} - 90^0)$$

Trục đường EF cắt khung các tờ bản đồ địa chính tại các điểm R_1, K_1, K_2, K_3 và R_2. Các tọa độ X_{R1}, Y_{K1}, Y_{K2}, Y_{K3}, và X_{R2} xác định từ khung bản đồ. Các tọa độ còn lại xác định thông qua tọa độ điểm O và điểm S

$$X_{R1} = X_O - \frac{Y_B - Y_A}{X_O - X_A}(Y_{R1} - Y_O) = X_S - \frac{Y_B - Y_A}{X_O - X_A}(Y_{R1} - Y_S)$$

$$Y_{K1} = Y_O - \frac{Y_B - Y_A}{X_O - X_A}(X_{K1} - X_O) = Y_S - \frac{Y_B - Y_A}{X_O - X_A}(X_{K1} - X_S) \qquad (2.5.5)$$

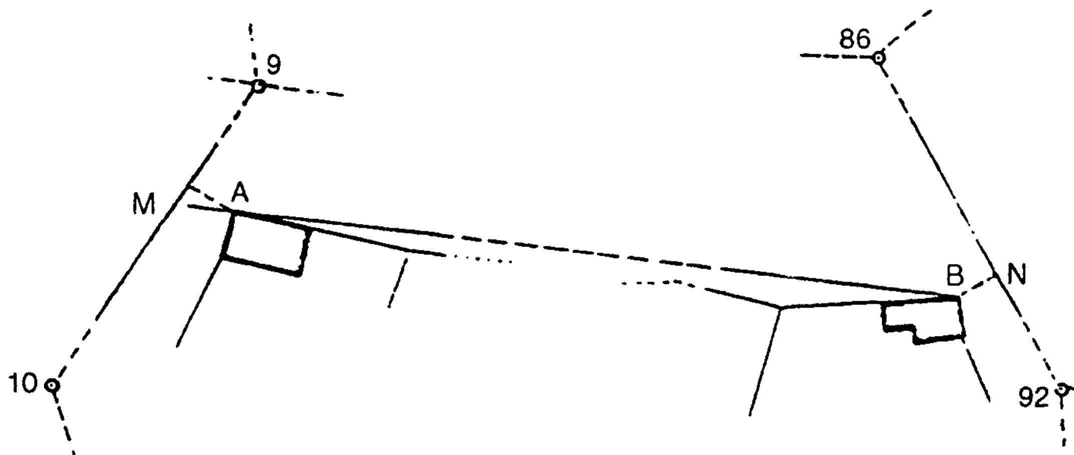
5. Xác định chính xác hướng của đường thẳng đi qua hai điểm A và B của hai địa vật cho trước (hình 2.11).

Từ tọa độ hai điểm A, B đã biết tính góc định hướng α_{AB} theo công thức :

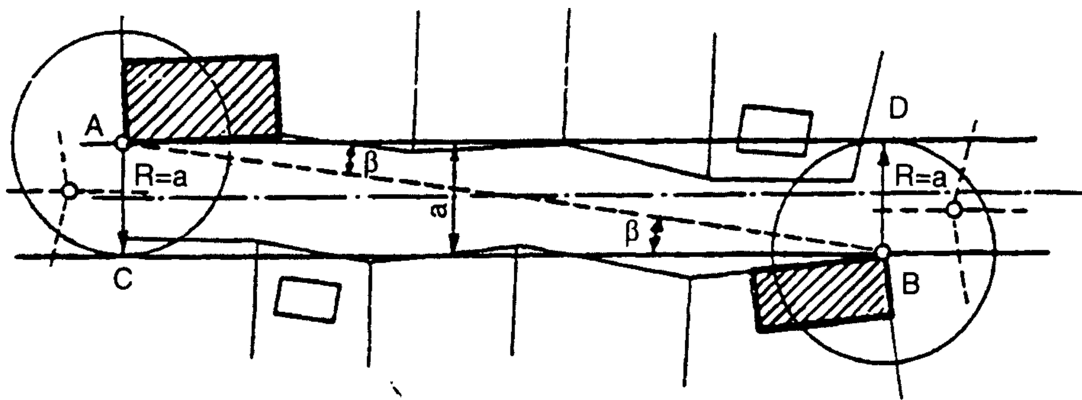
$$tg\,\alpha_{AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}}$$

6. Cần thiết kế đường có độ rộng a cho trước, đi qua các địa vật cố định (hình 2.12).

Có thể thực hiện theo hai phương pháp là giải tích hoặc đồ giải.



Hình 2.11. Sơ đồ xác định tuyến đường tiếp tuyến với hai địa vật cố định.



Hình 2.12. Bố trí đường phố qua hai địa vật cho trước.

- *Phương pháp giải tích.* Trình tự thiết kế như sau:

+ Tính góc định hướng và khoảng cách giữa các điểm cho trước theo tọa độ của chúng

$$tg\alpha_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$S_{AB} = \sqrt{(Y_B - Y_A)^2 - (X_B - X_A)^2}$$

+ Tính góc β

$$\sin\beta = \frac{a}{S_{AB}}$$

+ Xác định góc định hướng các cạnh AC và BD :

$$\alpha_{AC} = \alpha_{DB} = \alpha_{AB} \pm \beta.$$

- *Phương pháp đồ giải.*

Tại điểm A của địa vật thứ nhất và điểm B của địa vật thứ hai vẽ các vòng tròn có bán kính R = a . Từ tâm các đường tròn là A và B kẻ các đường tiếp tuyến xác định được các điểm C và D.

7. Trên tuyến 10 - Đ và Đ - 12 (hình 2.13), *đã xác định điểm đầu $Đ_Đ(X_{Đd}, Y_{Đd})$ của đường cong tròn có bán kính cong R và độ dài S. Hãy xác định tọa độ điểm cuối $Đ_C(X_{ĐC}, Y_{ĐC})$.*

Trình tự tính như sau:

- Tính góc ngoặt của đường cong :

$$\varphi = \frac{180^0.S}{R.\pi}$$

- Tính góc định hướng :

$$\alpha_{ĐdO} = \alpha_{DĐ} + 90^0$$

$$\alpha_{ĐcO} = \alpha_{ĐdO} + \varphi - 180^0$$

- Tính tọa độ điểm tâm đường tròn O :

$$X_O = X_{Đd} + R.\cos\alpha_{ĐdO}$$

$$Y_O = Y_{Đd} + R.\sin\alpha_{ĐdO}$$

- Tính tọa độ điểm cuối đường cong $Đ_C$:

$$X_{ĐC} = X_O + R.\cos\alpha_{OĐC}$$

$$Y_{ĐC} = Y_O + R.\sin\alpha_{OĐC}$$

Tính kiểm tra: điểm Đ, $Đ_C$ và điểm 12 phải nằm trên một đường thẳng.

8. *Cho hai hướng 10 - Đ , Đ - 12 và bán kính đường cong tròn R, tính tọa độ điểm đầu $Đ_Đ$, điểm giữa $Đ_G$ và điểm cuối $Đ_C$ của đường cong tròn* (hình 2.13).

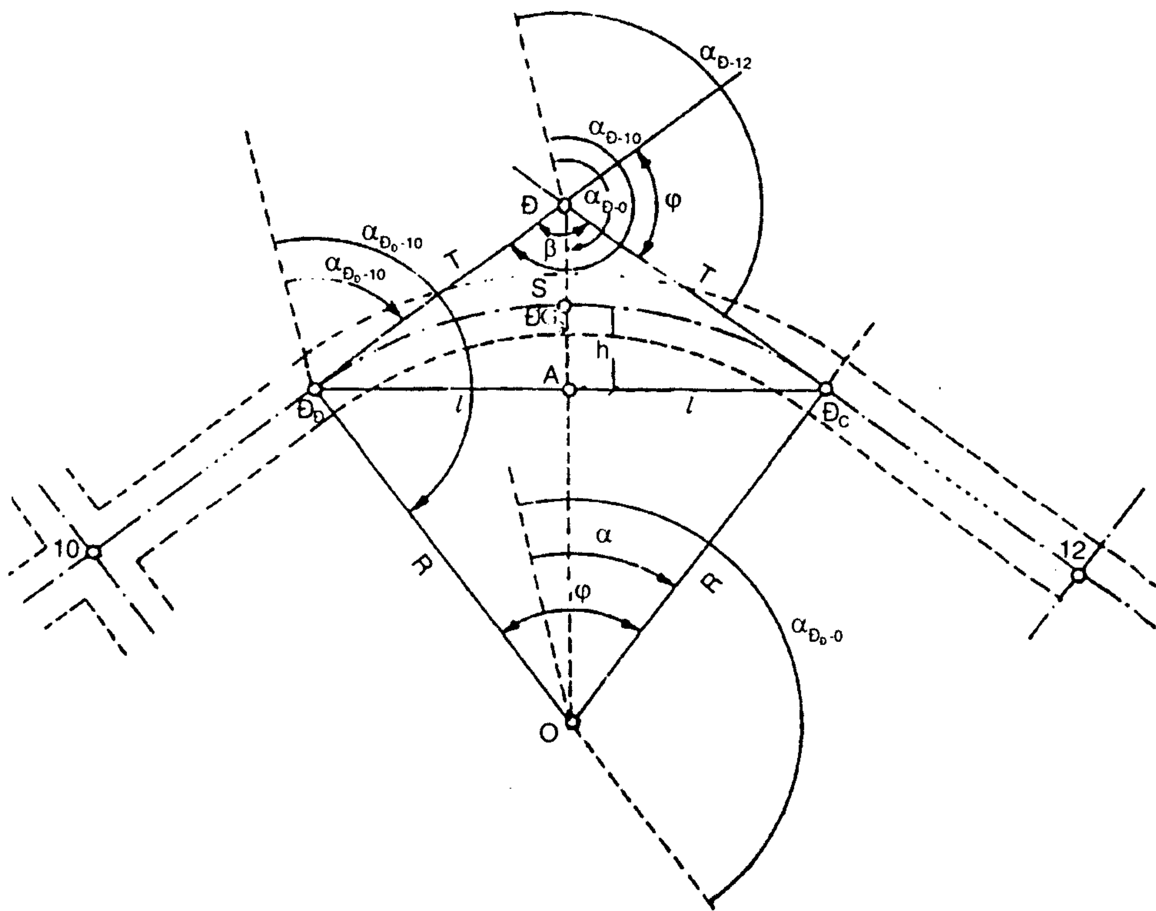
Bài toán được giải theo trình tự sau:

- Xác định góc ngoặt φ của tuyến đường :

$$\varphi = \alpha_{Đ-12} - \alpha_{Đ-10}$$

- Tính độ dài tiếp tuyến :

$$T = R.tg\frac{\varphi}{2}$$



Hình 2.13. *Xác định điểm trên trục đường phố có dạng đường cong tròn.*

- Tính khoảng cách từ đỉnh đường cong tới điểm giữa đường cong :

$$d = R(\sec\frac{\varphi}{2} - 1)$$

- Tính tọa độ điểm đầu của đường cong:

$$X_{ĐĐ} = X_{Đ} + T.\cos\alpha_{B\text{-}10}$$

và

$$Y_{ĐĐ} = Y_{Đ} + T.\sin\alpha_{B\text{-}10}$$

- Tính tọa độ điểm cuối của đường cong:

$$X_{ĐC} = X_{Đ} + T.\cos\alpha_{B\text{-}12}$$

và

$$Y_{ĐC} = Y_{Đ} + T.\sin\alpha_{B\text{-}12}$$

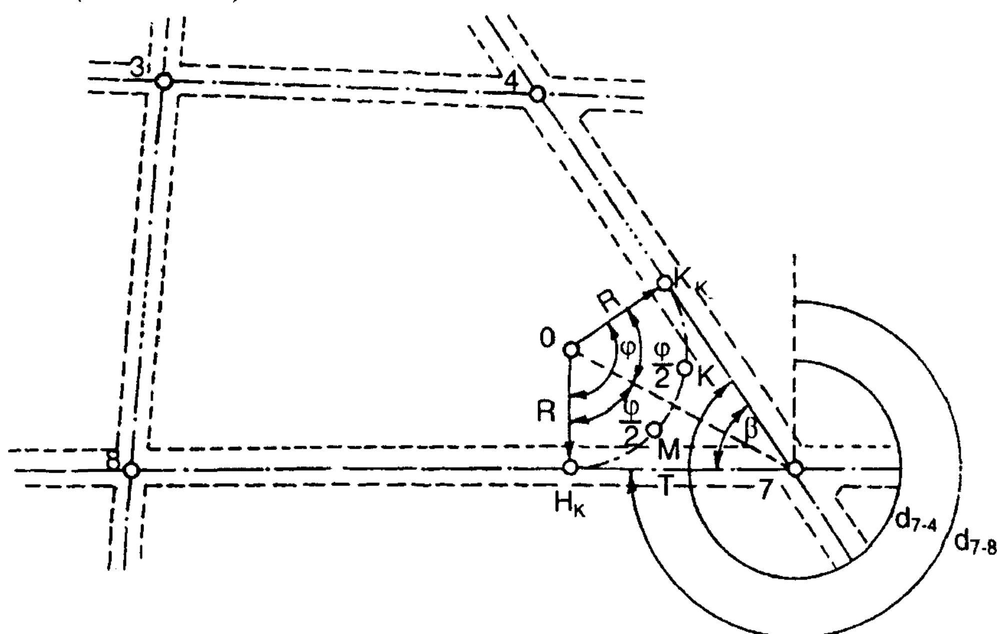
- Tính tọa độ điểm giữa của đường cong:

$$X_{ĐG} = X_Đ + d.\cos\alpha_{Đ\text{-}O} ,$$

và

$$Y_{ĐG} = Y_Đ + d.\sin\alpha_{Đ\text{-}O} .$$

9. *Cho giao điểm của hai tuyến đường là điểm 7(X_7 , Y_7), các góc định hướng $\alpha_{7\text{-}4}$, $\alpha_{7\text{-}8}$ và bán kính cong R. Hãy xác định tâm O(X_O ,Y_O) của đường cong tròn* (hình 2.14) .



Hình 2.14. *Xác định tâm đường cong tròn.*

Bài toán được giải theo trình tự sau:

- Xác định góc β và góc ngoặt φ của tuyến đường :

$$\beta = \alpha_{7\text{-}4} - \alpha_{7\text{-}8}$$
$$\varphi = 180^\circ - \beta$$

- Tính độ dài tiếp tuyến

$$T = R.\text{tg}\frac{\varphi}{2}$$

- Tính tọa độ điểm tâm O của đường cong:

$$X_O = X_7 + T.\cos\alpha_{7\text{-}8} + R.\cos(\alpha_{7\text{-}8} - 90^\circ) = X_7 + T.\cos\alpha_{7\text{-}8} + R.\sin\alpha_{7\text{-}8}$$

và

$$Y_O = Y_7 + T.\sin\alpha_{7\text{-}8} + R.\cos\alpha_{7\text{-}8}.$$

10. *Cho tọa độ đỉnh đường cong là điểm 13(X_{13} ,Y_{13}), góc định hướng của hai tuyến $\alpha_{13\text{-}10}$ và $\alpha_{13\text{-}14}$, bán kính đường cong tròn R, chiều rộng đường phố a, độ dài cung LM = S_1, độ dài cung MN = S_2. Hãy tính tọa độ các điểm M và N nằm trên đường cong tròn* (hình 2.15).

Tọa độ điểm M và N tính theo trình tự sau:

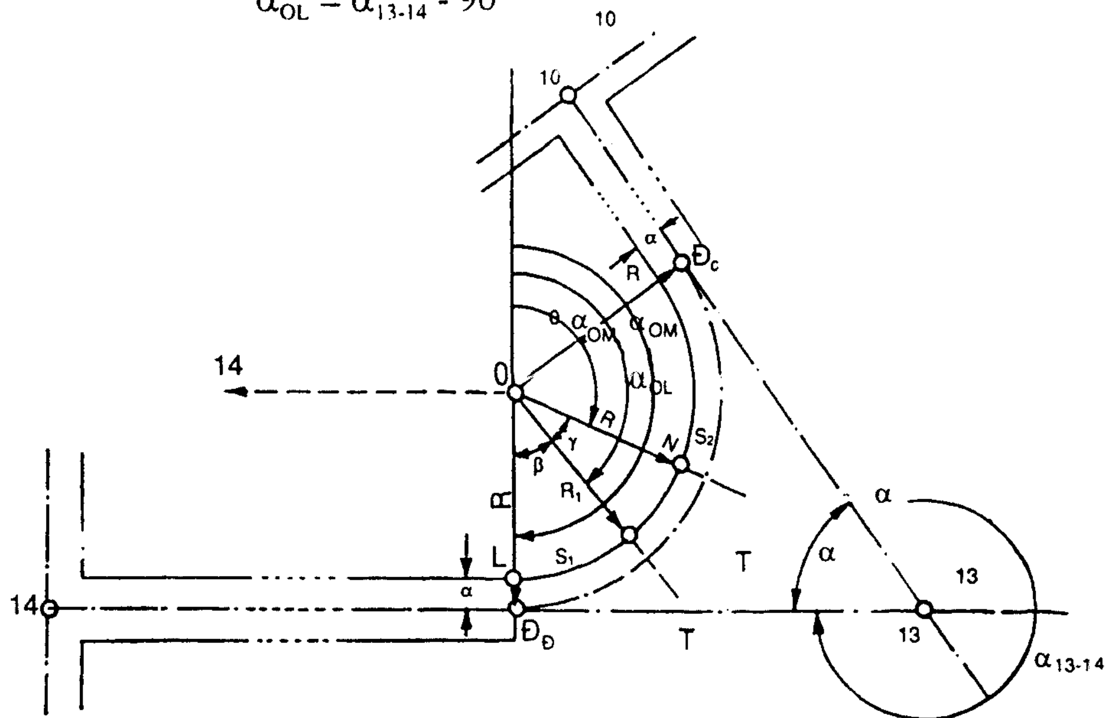
- Tính góc $\alpha = \alpha_{13\text{-}10} - \alpha_{13\text{-}14}$;

- Xác định chiều dài tiếp tuyến T;

- Tính tọa độ điểm đầu $Đ_Đ$ và điểm cuối $Đ_C$ của đường cong;

- Tính góc định hướng cạnh OL:

$$\alpha_{OL} = \alpha_{13\text{-}14} - 90^o$$



***Hình 2.15**. Xác định tọa độ điểm trên đường cong tròn.*

- Tính tọa độ tâm O(X_O ,Y_O) của đường tròn

$$X_O = X_{13} + T.\cos\alpha_{13\text{-}14} + R.\sin\alpha_{13\text{-}14}$$

và

$$Y_O = Y_{13} + T.\sin\alpha_{13\text{-}14} + R.\cos\alpha_{13\text{-}14}$$

- Tính các góc β và γ

$$\beta = \frac{S_1 \cdot 180^o}{\pi . R_1}$$

$$\gamma = \frac{S_2 \cdot 180^0}{\pi . R_1}$$

Trong đó :

$$R_1 = R - a$$

- Tính các góc định hướng α_{OM} và α_{ON}

$$\alpha_{OM} = \alpha_{OL} - \beta$$

$$\alpha_{ON} = \alpha_{OL} - (\beta + \gamma)$$

- Cuối cùng tính tọa độ các điểm M và N

$$X_M = X_O + R_1.\cos\alpha_{OM}$$

và

$$Y_M = Y_O + R_1.\sin\alpha_{OM}$$

$$X_N = X_O + R_1.\cos\alpha_{ON}$$

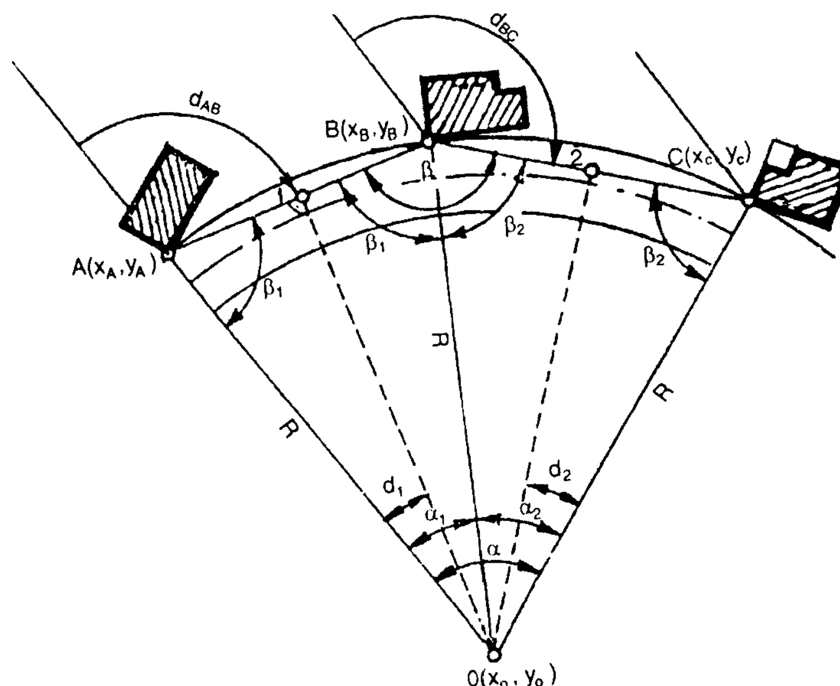
và

$$Y_N = Y_O + R_1.\sin\alpha_{ON}$$

11. Xác định đường cong tròn của tuyến phố đi qua ba điểm cố định (hình 2.16)

Từ tọa độ của ba điểm cho trước cần xác định bán kính cong R và tâm O của đường tròn.

Bài toán có thể giải theo phương pháp đồ giải hoặc phương pháp giải tích.



Hình 2.16. *Xác định đường phố đi qua ba điểm cố định cho trước.*

- *Phương pháp đồ giải*. Kẻ hai cung AB và BC. Từ điểm giữa 1 và 2 của các cung dựng các đường vuông góc; giao tuyến của chúng là tâm O của đường tròn cần tìm. Độ dài trung bình các đoạn AO, BO và CO là bán kính cong R của đường tròn. Phương pháp đồ giải cho kết quả nhanh nhưng độ chính xác không cao, khi cần độ chính xác cao thì áp dụng phương pháp giải tích.

- *Phương pháp giải tích*.

Theo phương pháp giải tích có nhiều lời giải khác nhau.

a. Theo hình học phẳng ta biết đường thẳng được xác định qua hai điểm; độ dài đoạn thẳng được xác định từ tọa độ của hai điểm nằm trên đường thẳng. Từ ba điểm A, B và C đã biết tọa độ viết được các phương trình sau:

$$(X_A - X_O)^2 + (Y_A - Y_O)^2 = R^2$$
$$(X_B - X_O)^2 + (Y_B - Y_O)^2 = R^2$$
$$(X_C - X_O)^2 + (Y_C - Y_O)^2 = R^2$$

Trong đó :

R - bán kính cong đường tròn;

$O(X_O, Y_O)$ - tâm điểm đường tròn.

Sau khi giải hệ phương trình ba ẩn trên sẽ tính được bán kính cong R và các tọa độ tâm điểm O của đường tròn cần tìm.

b. Bán kính cong R và tọa độ tâm điểm O tính theo trình tự sau:

- Tính các góc định hướng :

$$\alpha_{AB},\ \alpha_{BC}$$

- Tính các cạnh S_{AB}, S_{BC};

- Từ các góc định hướng tính được :

$$\beta = \alpha_{BA} - \alpha_{BC}$$
$$\beta = \beta_1 + \beta_2$$

- Tính

$$R = \frac{S_{AB}}{2.\cos\beta_1} = \frac{S_{BC}}{2.\cos\beta_2}$$

Từ đó tính được :

$$\frac{S_{AB}}{S_{BC}} = \frac{\cos\beta_1}{\cos\beta_2}$$

Sau khi biến đổi tính được

$$\beta_1 = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} + \frac{\beta_1 - \beta_2}{2}$$

và

$$\beta_2 = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} - \frac{\beta_1 - \beta_2}{2}$$

Trong đó :

$$\text{ctg}\frac{\beta_1 - \beta_2}{2} = -\frac{S_{AB} + S_{BC}}{S_{AB} - S_{BC}}.\text{tg}\frac{\beta_1 + \beta_2}{2}.$$

- Tính góc định hướng :

$$\alpha_{AO} = \alpha_{AB} + \beta_1;$$
$$\alpha_{CO} = \alpha_{BC} + \beta_2.$$

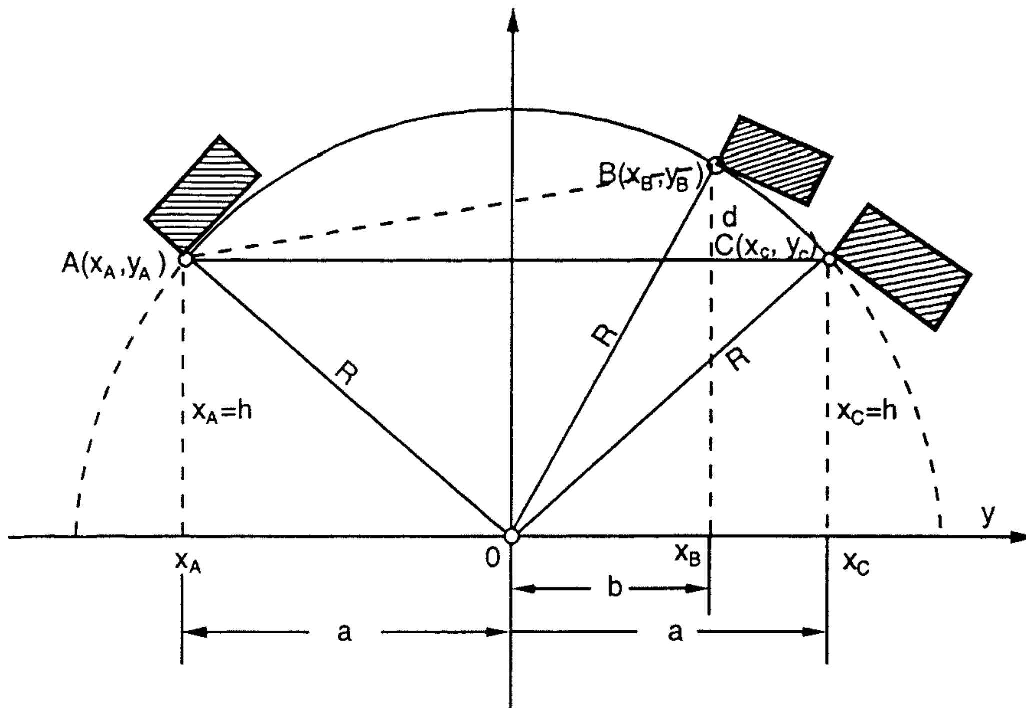
- Tính tọa độ tâm O :

$$X_O = X_A + R.\cos\alpha_{AO},$$
$$Y_O = Y_A + R.\sin\alpha_{AO};$$

Hoặc theo công thức :

$$X_O = X_C + R.\cos\alpha_{CO},$$
$$Y_O = Y_C + R.\sin\alpha_{CO}.$$

c. Khi điểm B và điểm C gần nhau, nên giải theo phương pháp sau (hình 2.17):



Hình 2.17. *Xác định đường tròn qua ba điểm cố định.*

- Nối cung AC, từ điểm giữa của cung AC dựng đường vuông góc; tâm O của đường tròn sẽ nằm trên đường vuông góc này.

- Xác lập hệ tọa độ mới với tâm O làm gốc :

$$X_O = 0{,}0;\ Y_O = 0{,}0$$

- Bán kính R của đường tròn tính theo công thức

$$R^2 = X_A^2 + Y_A^2 = X_C^2 + Y_C^2$$

- Nếu đặt $X_A = X_C = a$ và $Y_A = Y_C = h$,

sẽ viết được (hình 2.17):

$$R^2 = a^2 + h^2$$

- Từ điểm B viết được

$$R^2 = (h + d)^2 + b^2 = h^2 + 2hd + d^2 + b^2$$

Từ hai phương trình tính bán kính R suy ra:

$$h = \frac{a^2 - b^2 - d^2}{2d}$$

- Để tính h cần phải xác định các đại lượng a, b và d.

$$a = \frac{S_{AC}}{2};$$

$$b = \frac{S_{AB}^2 - S_{BC}^2}{4.a} = \frac{(S_{AB} + S_{BC})(S_{AB} - S_{BC})}{2.S_{AC}};$$

$$d = \sqrt{S_{AB}^2 - (a+b)^2} = \sqrt{S_{AB}^2 - (a-b)^2}.$$

12. *Từ hai điểm 22 và 28, xác định điểm đầu và điểm cuối của đường cong đi qua ba điểm A, B và C đã xác định ở phần trên* (hình 2.18).

Tọa độ của điểm đầu đường cong $Đ_Đ(X_Đ, Y_Đ)$ xác định từ các công thức :

$$tg\,\alpha_{22-Đ} = \frac{Y_Đ - Y_{22}}{X_Đ - X_{22}};$$

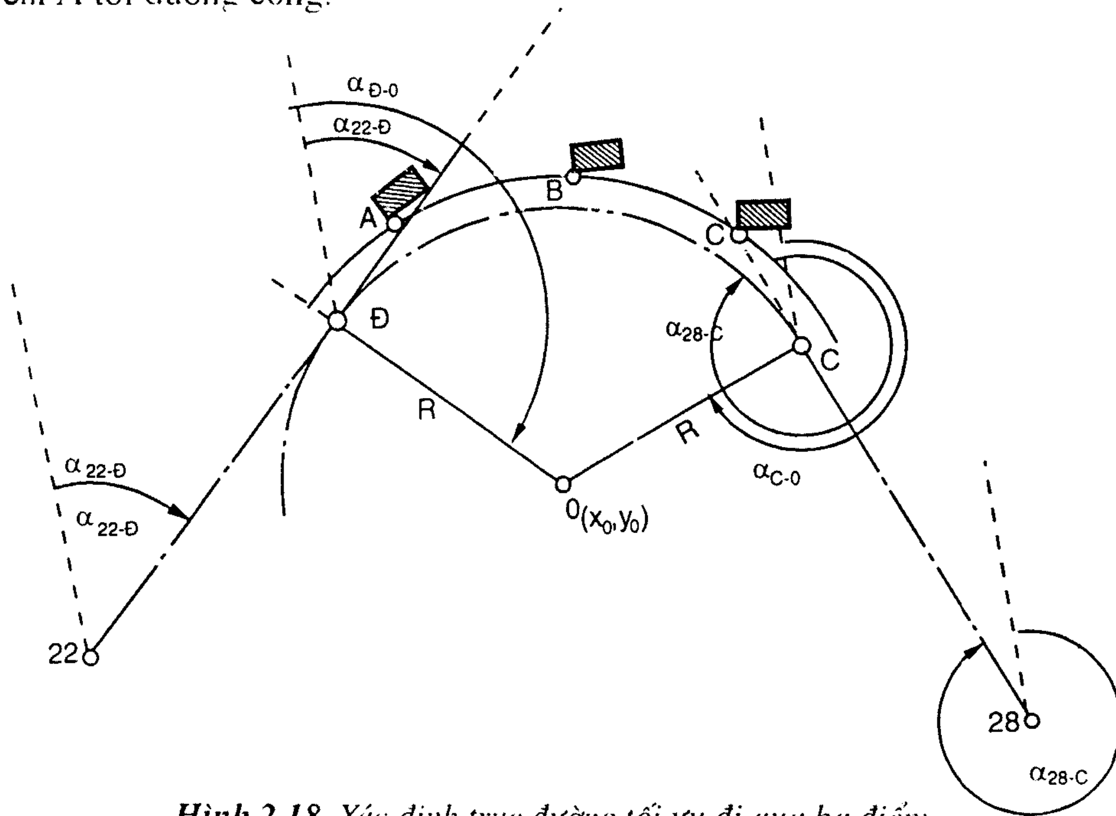
$$tg(\alpha_{22-Đ} + 90^o) = \frac{Y_O - Y_{22}}{X_O - X_{22}}$$

$$R^2 = (X_O - X_Đ)^2 + (Y_O - Y_Đ)^2$$

- Tương tự tính được tọa độ điểm cuối đường cong $Đ_C(X_C; Y_C)$.

13. *Cho bán kính cong trục đường phố R, tâm đường cong O(X_O ,Y_O), xác định khoảng cách ngắn nhất từ điểm A tới đường cong* (hình 2.19)

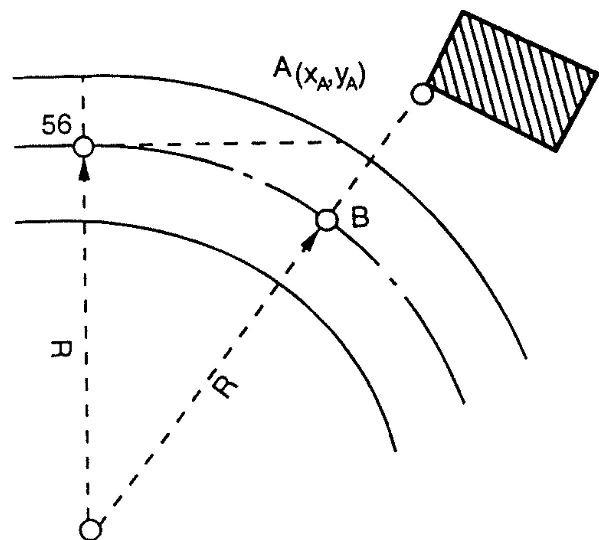
Khoảng cách ngắn nhất từ điểm A tới đường cong là hướng vuông góc từ điểm A tới đường cong.



Hình 2.18. *Xác định trục đường tối ưu đi qua ba điểm.*

- Từ đó tính được khoảng cách

$S_{AB} = S_{AO} - R.$



Hình 2.19. *Khoảng cách ngắn nhất từ địa vật cố định tới đường phố.*

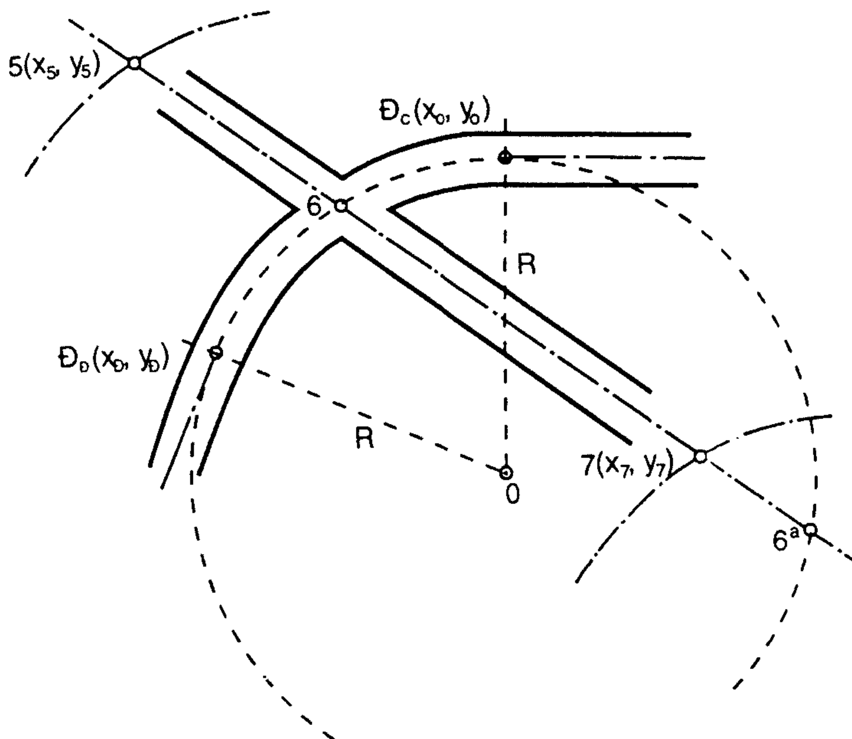
14. *Xác định giao điểm của tuyến đường đi qua hai điểm 5(X_5;Y_5), 7(X_7;Y_7) với đường cong có điểm đầu $Đ_Đ$, điểm cuối $Đ_C$ và bán kính cong R* (hình 2.20).

Trình tự tính như sau:

- Xác định tọa độ điểm tâm O của đường tròn từ các phương trình:

$$(X_O - X_Đ)^2 + (Y_O - Y_Đ)^2 = R^2$$

$$(X_O - X_C)^2 + (Y_O - Y_C)^2 = R^2$$



Hình 2.20. Xác định giao điểm của hai tuyến đường.

- Tọa độ giao điểm $6(X_6, Y_6)$ tính từ các phương trình:

$$(X_6 - X_O)^2 + (Y_6 - Y_O)^2 = R^2;$$

$$\frac{Y_6 - Y_7}{X_6 - X_7} = \frac{Y_5 - Y_7}{X_5 - X_7}.$$

15. Xác định giao điểm của hai đường cong (hình 2.21) :

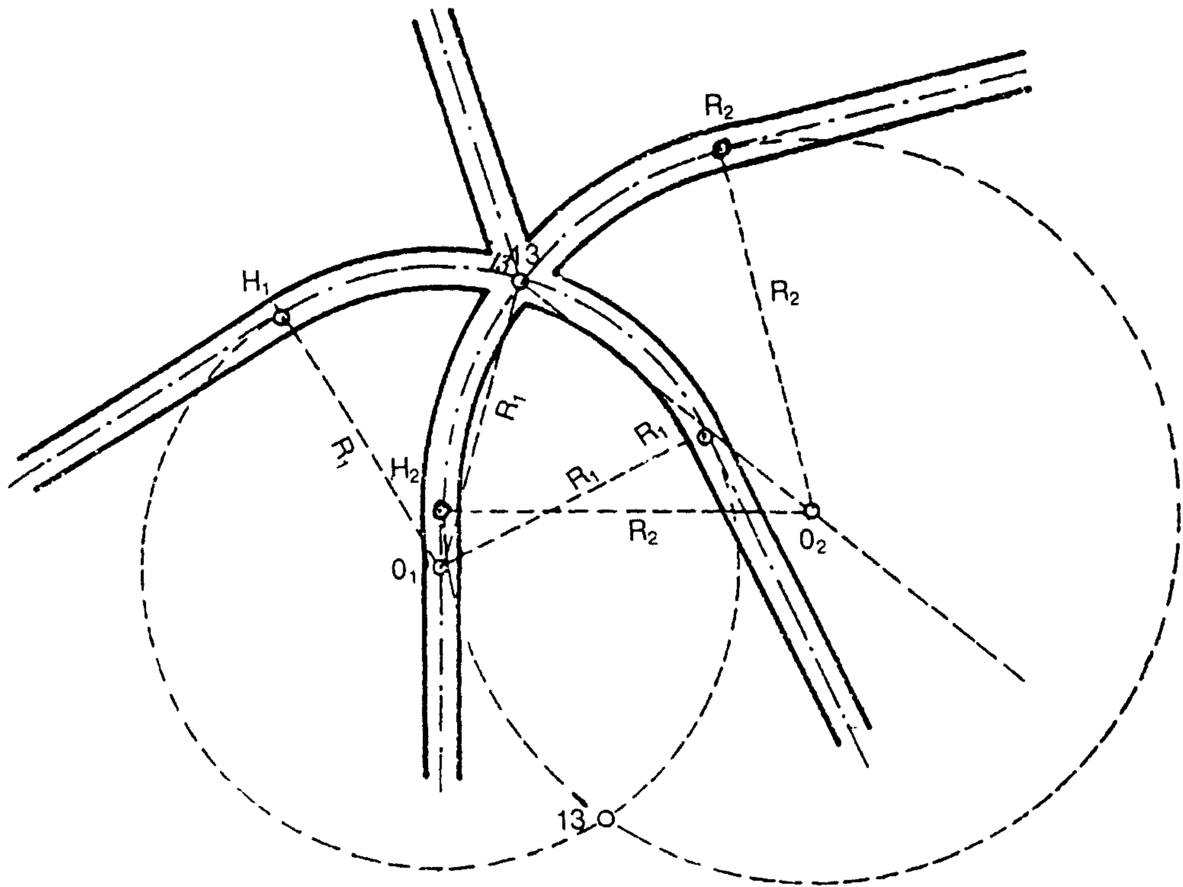
Hai đường cong được xác định qua các tâm $O_1(X_{O1}, Y_{O1})$, $O_2(X_{O2}, Y_{O2})$ và các bán kính cong R_1, R_2. Tọa độ giao điểm $13(X_{13}, Y_{13})$ tính từ các phương trình:

$$(X_{O1} - X_{13})^2 + (Y_{O1} - Y_{13})^2 = R_1^2;$$

$$(X_{O2} - X_{13})^2 + (Y_{O2} - Y_{13})^2 = R_2^2.$$

2.7. THIẾT KẾ QUY HOẠCH GÓC ĐƯỜNG PHỐ

Khi thiết kế quy hoạch góc đường phố phải đảm bảo tầm nhìn cho các chuyển động (hình 2.22). Khoảng cách d an toàn cho chuyển động tính theo công thức :



Hình 2.21. Xác định giao điểm của hai đường cong.

$$d = L_1 + L_2 + L_3 = t.\frac{V}{3,6} + \frac{V^2}{254\varphi_n} + a,$$

Trong đó:

L_1 - quãng đường ôtô đi qua từ khi lái xe nhìn thấy vật cản tới khi phanh xe:

L_2 - quãng đường ôtô chuyển động theo quán tính sau khi phanh xe;

L_3 - quãng đường bảo đảm an toàn cho ôtô;

V - vận tốc của chuyển động - *km/h;*

t - thời gian phản xạ của lái xe - *giây;*

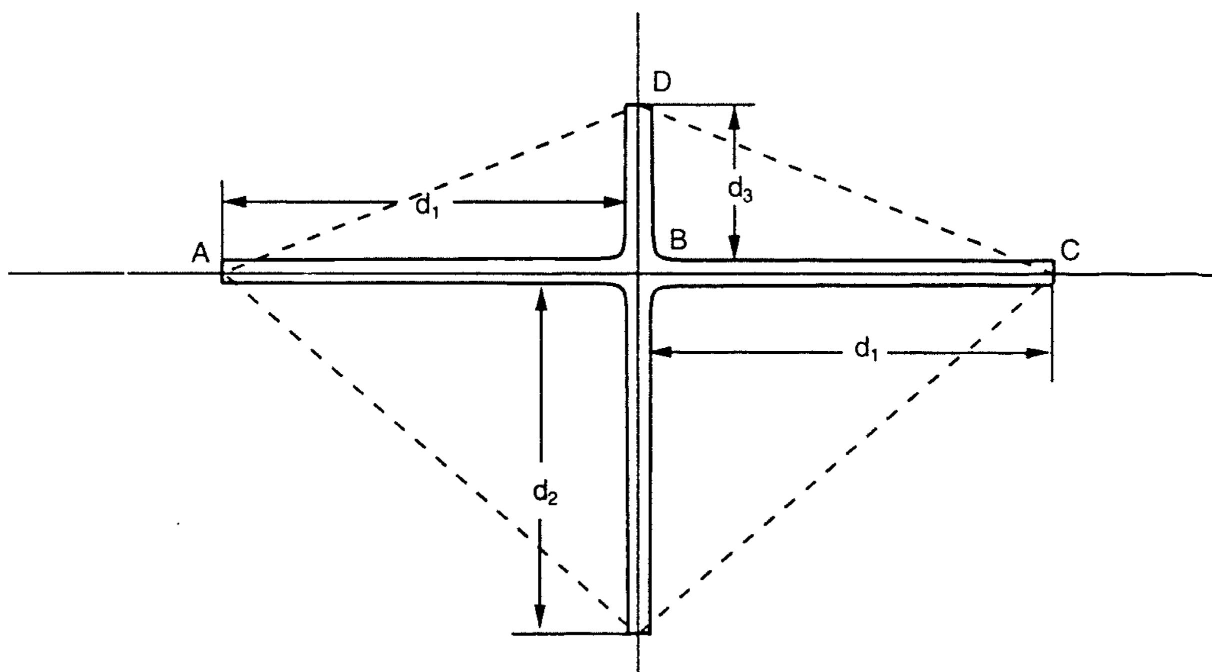
φ_n - hệ số trượt của mặt đường; tính trung bình là 0,20;

a - khoảng cách đảm bảo an toàn, a = 5*m*.

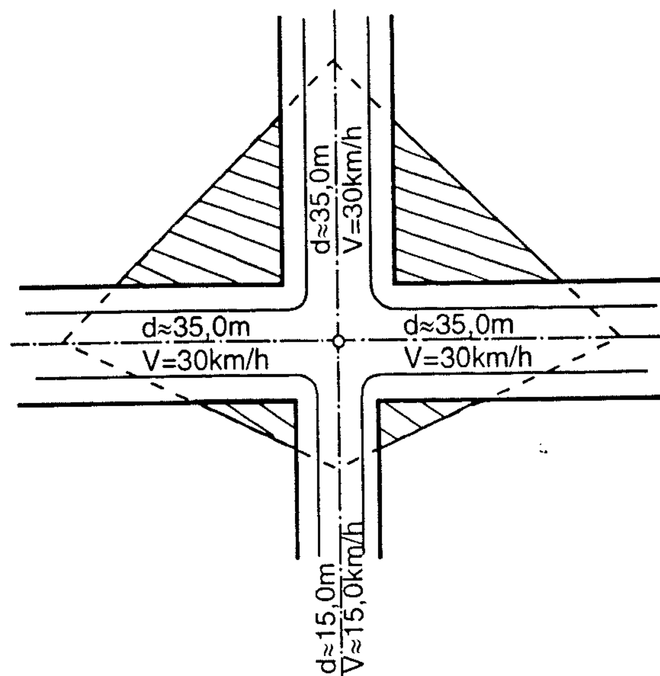
Trên hình 2.23 là khoảng cách d cần thiết cho ôtô chuyển động trên đường với tốc độ 30*km/h* và 15*km/h*.

Trên hình 2.24 là sơ đồ tính bán kính và tâm đường cong bó vỉa đường phố.

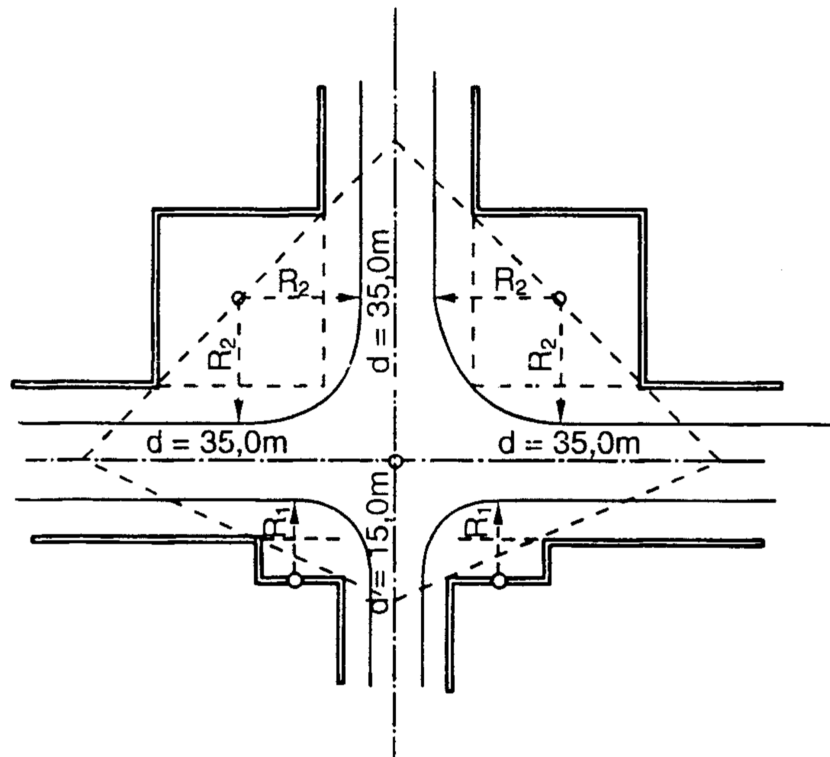
Bán kính cong bó vỉa tại các nút giao thông tính theo đường cua nhỏ nhất của ôtô (hình 2.25).



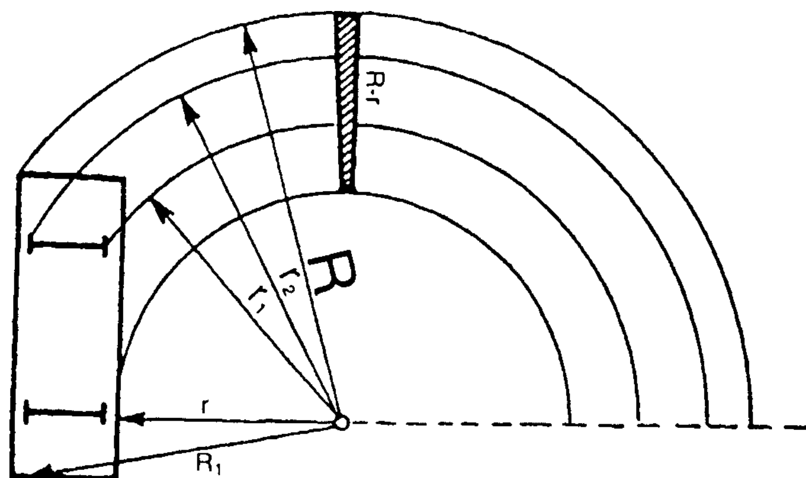
Hình 2.22. *Sơ đồ tầm nhìn trên nút giao thông.*



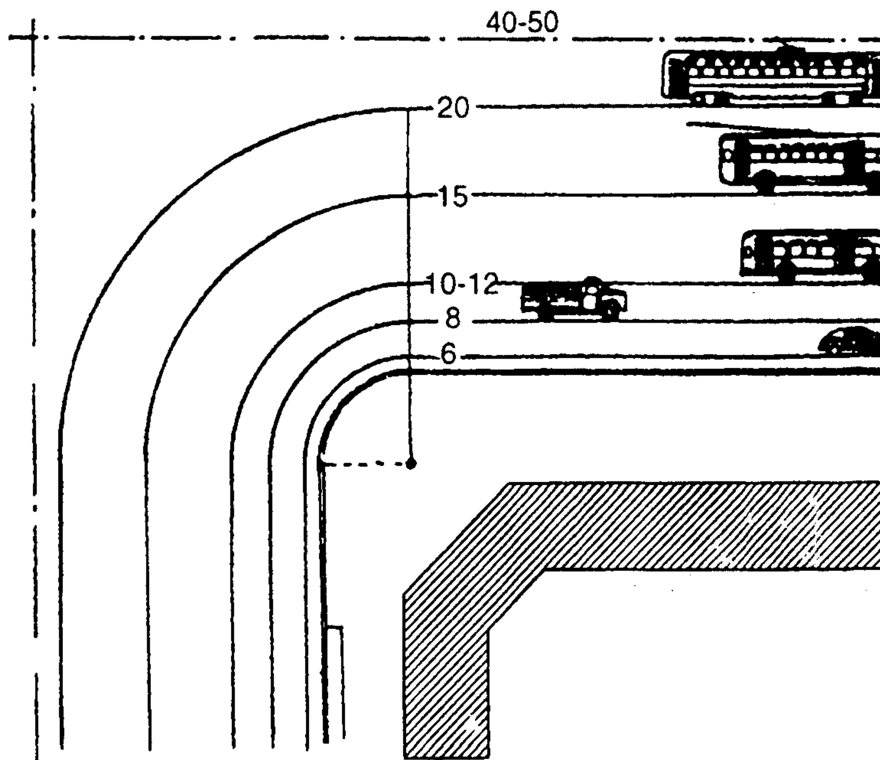
Hình 2.23. *Tầm nhìn an toàn.*



Hình 2.24. *Sơ đồ đường cong bó vỉa trên nút giao thông.*



Hình 2.25. *Sơ đồ đường cua ôtô tại nút giao thông.*



Hình 2.26. *Bán kính cong tối thiểu của chuyển động tại nút giao thông.*

Trên sơ đồ 2.25 các thông số có ý nghĩa sau

r - bán kính trong của chuyển động - *m*;

R - bán kính ngoài của chuyển động - *m*;

r_1 - bán kính nhỏ nhất của đường cua tính theo theo bánh xe trong ;

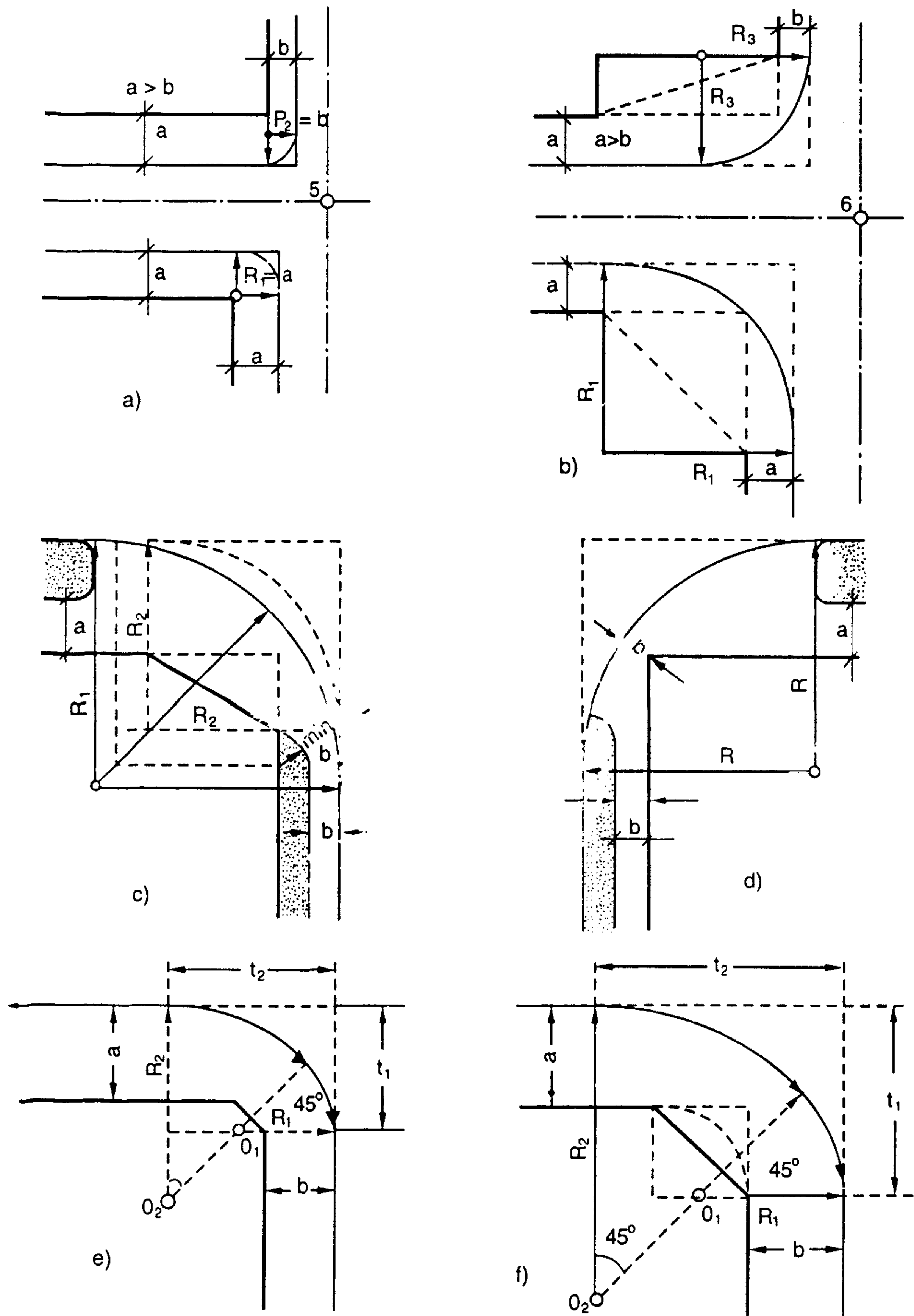
r_2 - bán kính lớn nhất của đường cua tính theo theo bánh xe ngoài;

R - r - độ rộng tối thiểu của đường cua.

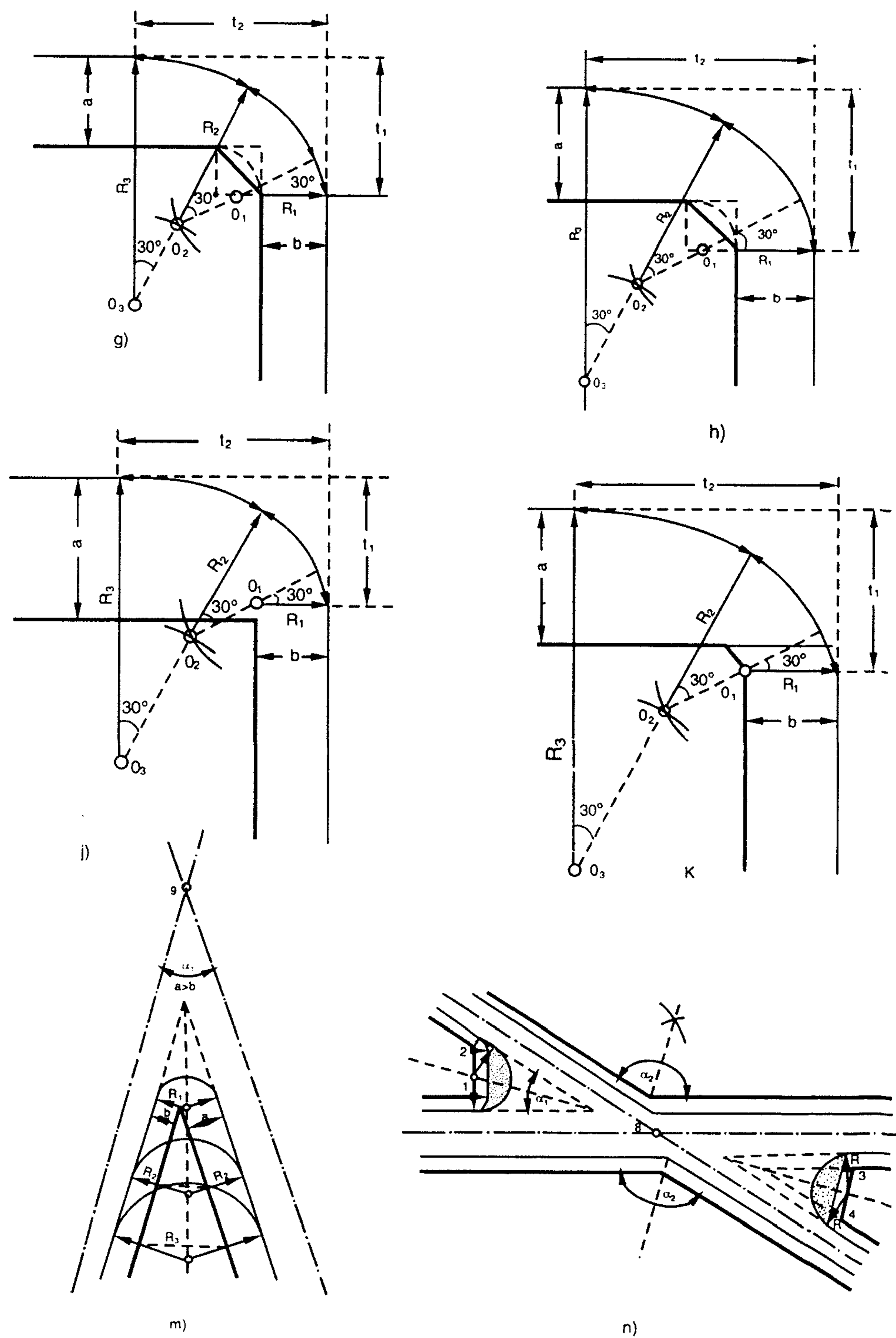
Trên hình 2.26 là bán kính cong tại nút giao thông tính cho các phương tiện chuyển động:

- Ôtô con : 6*m*,
- Xe t[illegible] [illegible]*m*,
- Ôtô khách : 10 - 12*m*;
- Ôtô điện : 15*m*,
- Tầu điện : 20*m*.

Trên hình 2.27 là sơ đồ xác định đường bó vỉa trong các dạng góc đường phố khác nhau.



Hình 2.27a. Sơ đồ xác định bó vỉa tại góc đường phố.



Hình 2.27b. Sơ đồ xác định bó vỉa tại góc đường phố.

2.8. THIẾT KẾ QUY HOẠCH QUẢNG TRƯỜNG

Quảng trường là một thành phần cơ bản của khu dân cư, nó được thiết kế dựa trên nhu cầu sinh hoạt văn hoá, chính trị, đồng thời phải thỏa mãn các yêu cầu về kiến trúc và giao thông của khu đô thị.

Theo đặc tính và ý nghĩa sử dụng, quảng trường phân ra các loại sau:

- Quảng trường chính, thường được bố trí ở trung tâm khu đô thị. Nó phục vụ cho các sinh hoạt chính trị, văn hoá của thành phố như mít tinh, diễu hành...

- Quảng trường văn hoá, xung quanh quảng trường tập trung các nhà hát, viện bảo tàng, thư viện, trường học...

- Quảng trường thương nghiệp, thường bố trí ở trung tâm các khu dân cư, xung quanh thường có các nhà hàng, các cửa hàng bách hoá, chợ và các dịch vụ buôn bán khác.

Quảng trường thường được bố trí tại các nút giao thông có từ hai đường phố chính trở lên. Độ lớn của quảng trường phụ thuộc và độ lớn của khu đô thị. Theo một số nước, diện tích của quảng trường cho ở bảng 2.2.

Bảng 2.2. Diện tích quảng trường.

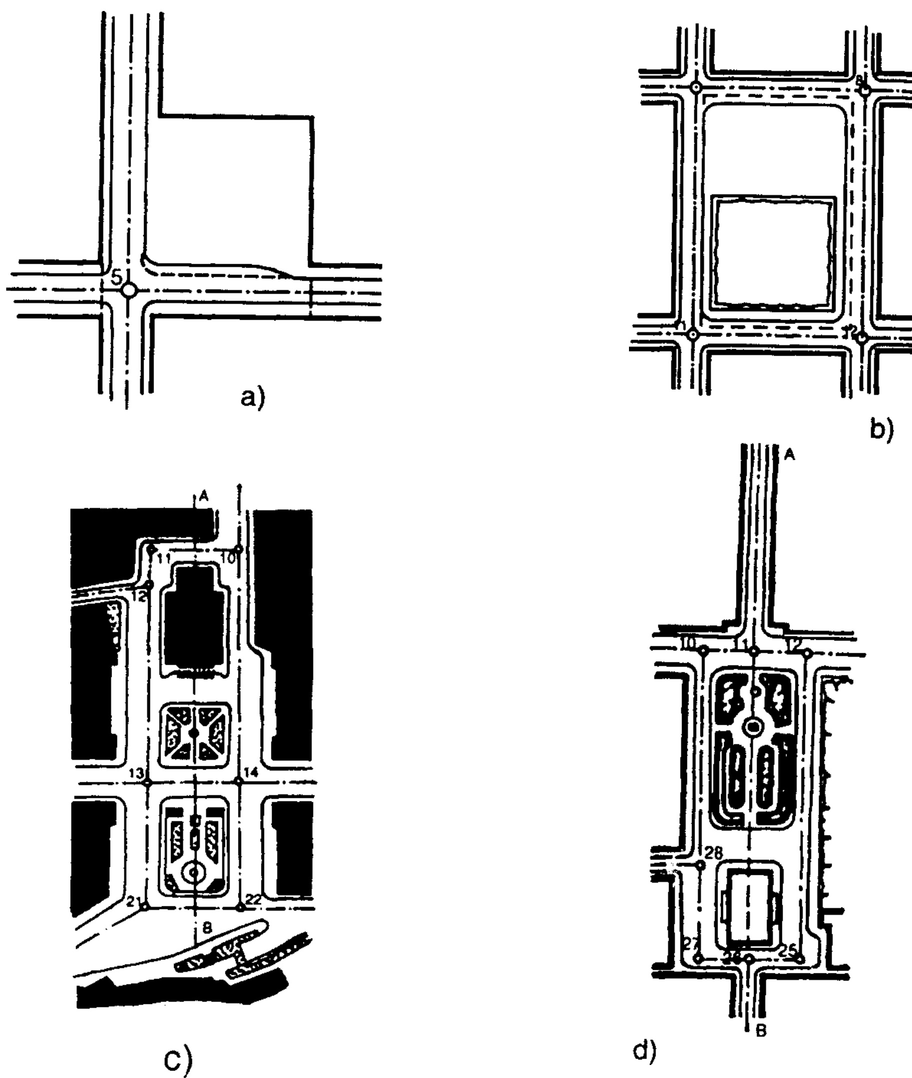
Dạng quảng trường	Hạng thành phố			
	Lớn *(ha)*	Trung bình *(ha)*	Nhỏ *(ha)*	Thị trấn *(ha)*
1. Quảng trường chính	1,5-2,5	0,75-1,0	0,5-0,8	0,5-0,7
2. Quảng trường tiểu khu	0,6-1,0	0,40-0,6	-	-
3. Quảng trường đa năng	0,5-1,0	0,30-0,5	0,3-0,4	0,3-0,4
4. Bãi đỗ xe	1,5-2,5	0,75-1,5	0,6-1,0	0,5-1,0
5. Chợ	0,5-1,5	0,50-1,2	0,5-0,8	0,5-0,8

Khi quy hoạch quảng trường cần xác định hình dạng của chúng. Đây là một nội dung quan trọng, phụ thuộc vào độ lớn, điều kiện địa hình, mạng lưới giao thông, cảnh quan kiến trúc... để xác định. Theo dạng hình học có các loại quảng trường:

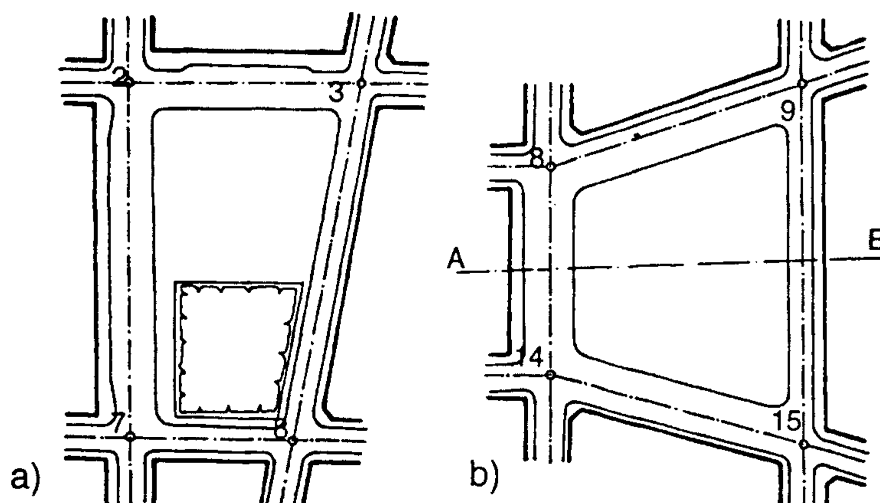
- Quảng trường hình chữ nhật (hình 2.28). Tỉ số chiều rộng và chiều dài quảng trường thường là 1/2, 2/3 và 3/4; đôi khi lấy theo tỉ số 1/3, 1/4 hoặc 1/5.

- Quảng trường hình tứ giác có hai góc vuông (hình 2.29,a) hay dạng hình thang cân (hình 2.29,b).

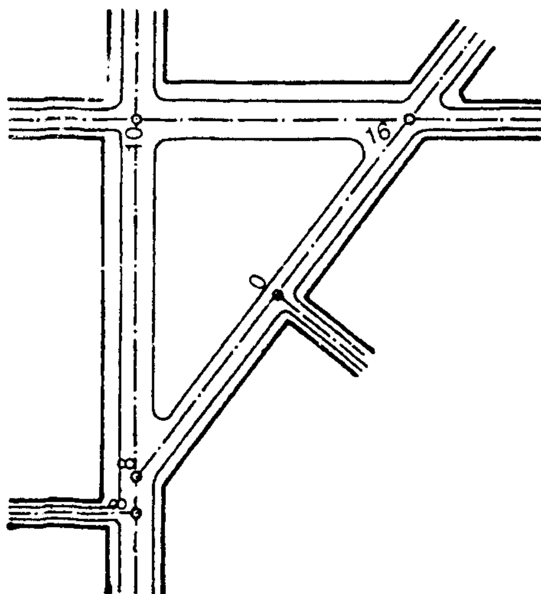
- Quảng trường dạng hình tam giác (hình 2.30).

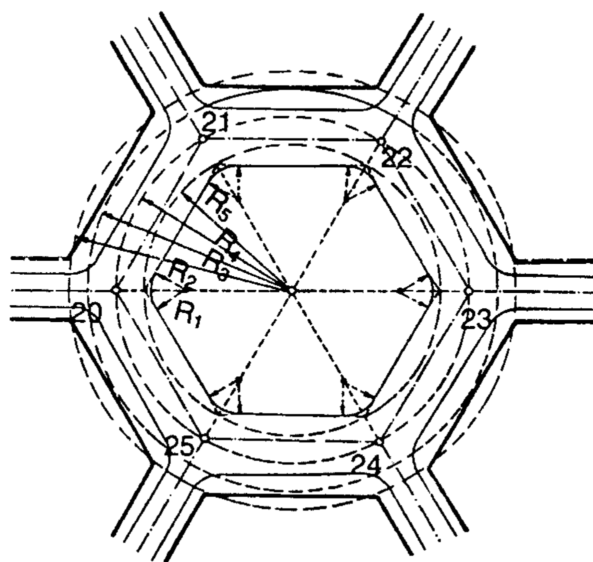


Hình 2.28. Quảng trường hình chữ nhật.



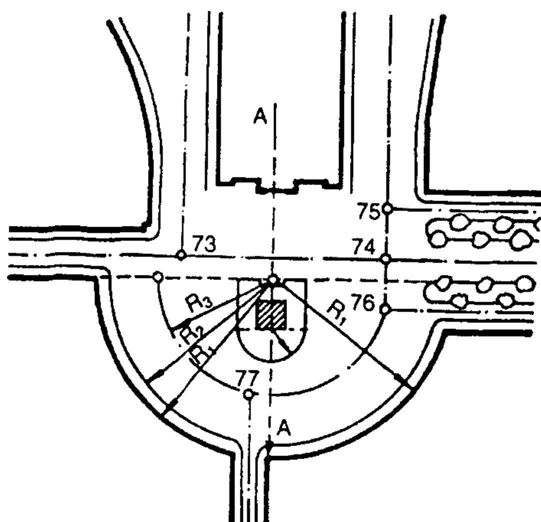
Hình 2.29. Quảng trường hình tứ giác.

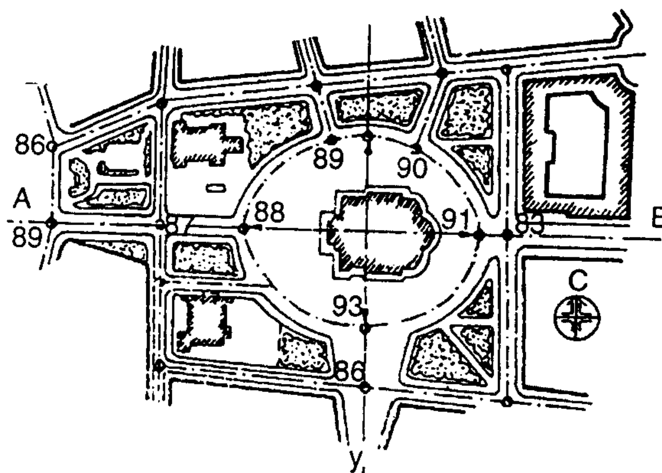




Hình 2.30. Quảng trường hình tam giác. *Hình 2.31 Quảng trường hình đa giác*

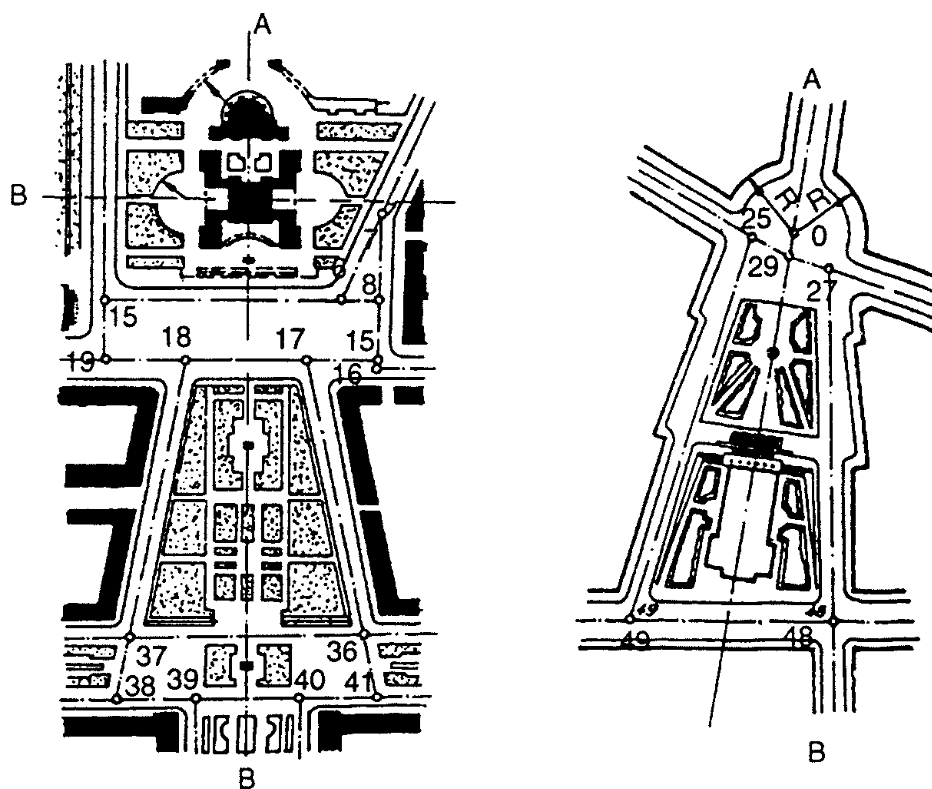
- Quảng trường hình đa giác (hình 2.31).
- Quảng trường hình bán nguyệt (hình 2.32).
-Quảng trường hình elíp (hình 2.33).



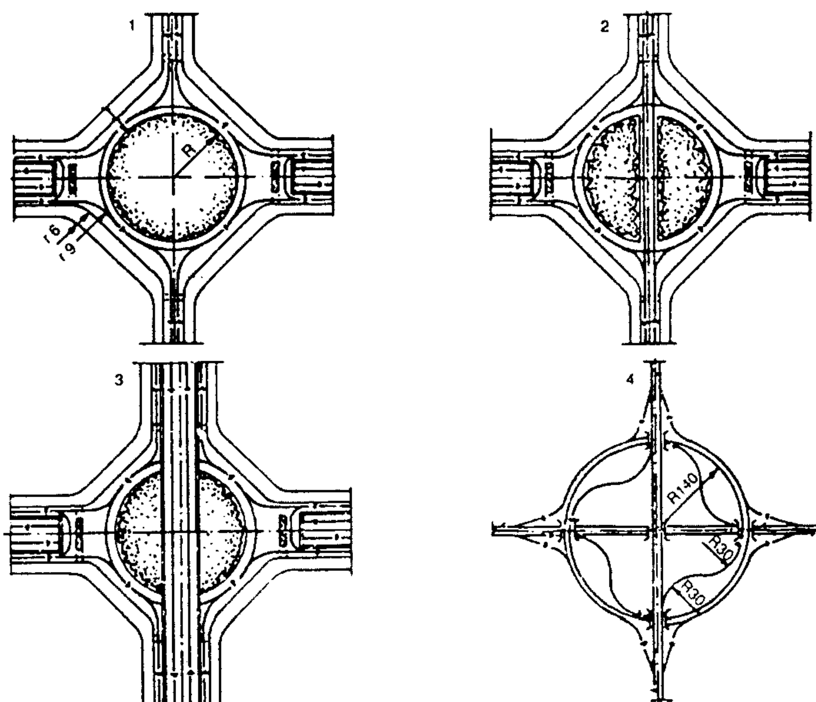


Hình 2.32. Quảng trường hình bán nguyệt. *Hình 2.33. Quảng trường hình elíp.*

- Quảng trường hình dạng tổng quát (hình 2.34).
- Quảng trường tại nút giao thông của các trục đường chính (hình 2.35)



Hình 2.34. Quảng trường hình dạng tổng quát.



Hình 2.35. Quảng trường tại nút giao thông của các trục đường chính.

Khi thực hiện thiết kế quy hoạch quảng trường cần xác định các tham số đặc trưng cho dạng hình học của quảmg trường như chiều dài, chiều rộng, diện tích, bán kính, trục đường, tọa độ các điểm chi tiết; xác định các tham số để liên kết các trục của quảng trường với trục đường phố hoặc các điểm mốc trắc địa.

Đối với quảng trường dạng hình chữ nhật (hình 2.28), hình tứ giác (hình 2.29), dạng tổng quát (hình 2.34) cần xác định chính xác vị trí các trục chính A-B trong tương quan với các địa vật kiến trúc xung quanh như các tòa nhà lớn, đài kỉ niệm, vườn hoa...

Đối với quảng trường có dạng đường cong như hình bán nguyệt (hình 2.32), hình elíp (hình 2.33) cần xác định các thông số như bán kính, tâm đường cong, đường bó vỉa...Với đường cong tròn các thông số được xác định như đường cong bó vỉa tại các góc đường phố đã trình bày ở mục 2.7.

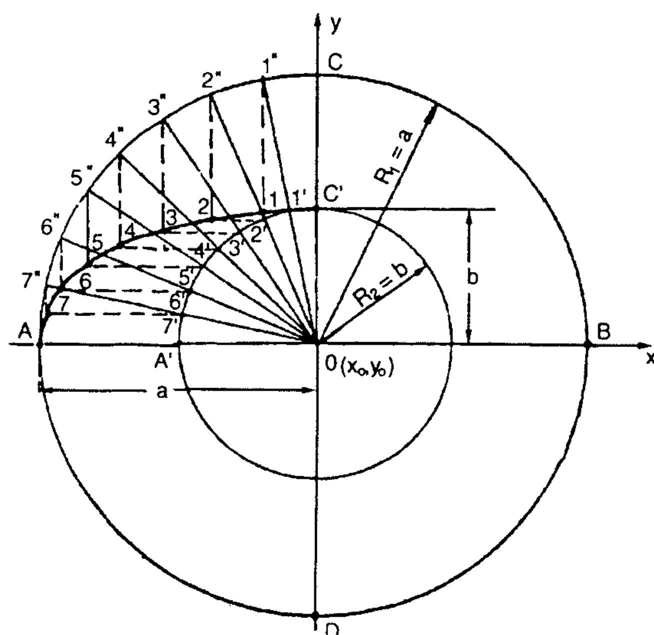
Khi cần bố trí quảng trường dạng hình elíp (hình 2.32), phụ thuộc vào các tham số cho trước để tính các tham số cần thiết còn lại. Dưới đây là một số trường hợp tính các tham số và bố trí hình elíp.

1. Trường hợp cho trước tọa độ điểm tâm elíp O(x_o; y_o), độ dài hai bán trục a và b, cần xác định các điểm chi tiết khi bố trí.

Bài toán có các lời giải khác nhau.

a. Phương pháp đồ giải (hình 2.36):

Từ tâm O vẽ hai đường tròn tương ứng với hai bán trục a và b của elíp. Chia đường tròn thành các phần bằng nhau. Đường chia này cắt hai đường cung tròn tại các điểm i' và i" (hình 2.36). Tại các điểm i' và i" kẻ các đường song song với các trục sẽ xác định được các điểm i trên hình elíp cần tìm.



Hình 2.36. *Phương pháp đồ giải xác định quảng trường hình elíp.*

b. Phương pháp giải tích (hình 2.37):

Từ phương trình hình elíp :

$$\frac{X^2}{a^2}+\frac{Y^2}{b^2}=1$$

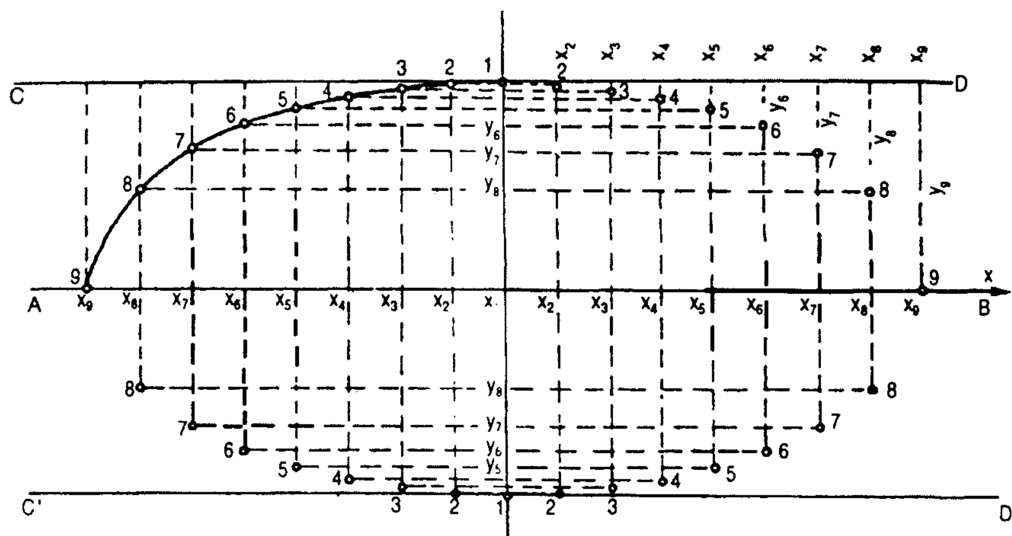
tính được tọa độ các điểm chi tiết:

$$X_i=\frac{a}{b}\sqrt{b^2-Y_i^2};$$

$$Y_i=\frac{b}{a}\sqrt{a^2-X_i^2}$$

Thường giá trị X cho trước và đều nhau, khi đó tọa độ Y tính theo công thức :

$$Y_i=\frac{b}{a}\sqrt{a^2-X_i^2}$$



Hình 2.37. *Bố trí quảng trường hình elíp theo tọa độ.*

2. *Trường hợp cho bán trục lớn AB = a* (hình 2.38), *cần bố trí đường elíp tiếp xúc với điểm địa vật C cho trước.*

Trước tiên ta cần phải xác định bán trục nhỏ b của hình elíp.

Từ phương trình hình elíp viết được:

$$b=\pm\frac{Y}{\sqrt{1-\left(\frac{X}{a}\right)^2}}$$

Trong công thức trên đã biết $Y = Y_C = d$; $X = X_C = q$ và bán trục a, bán trục b, tính được :

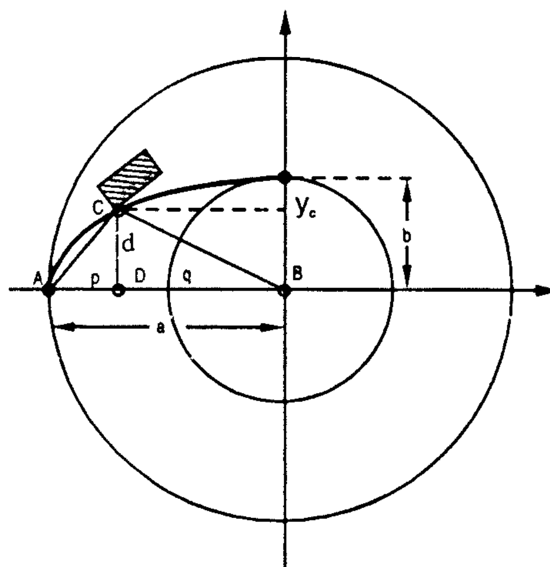
$$b = \pm \frac{d}{\sqrt{1 - \left(\frac{q}{a}\right)^2}}$$

3. Bố trí hình elíp đi qua ba điểm cho trước

a. Bố trí thông qua hệ tọa độ phụ (hình 2.39):

Các tham số cần xác định là tọa độ điểm tâm O, các bán trục a và b.

Trình tự tính như sau:



Hình 2.38. *Bố trí hình elíp đi qua địa vật cho trước.*

- Tính tọa độ tâm O của hình elíp:

$$X_O = \frac{X_A + X_B}{2};$$

$$Y_O = \frac{Y_A + Y_B}{2}.$$

- Tính góc định hướng và độ dài cạnh AB:

$$tg\alpha_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A};$$

$$S_{AB} = 2a = \frac{Y_B - Y_A}{\sin\alpha_{AB}} = \frac{X_B - X_A}{\cos\alpha_{AB}}.$$

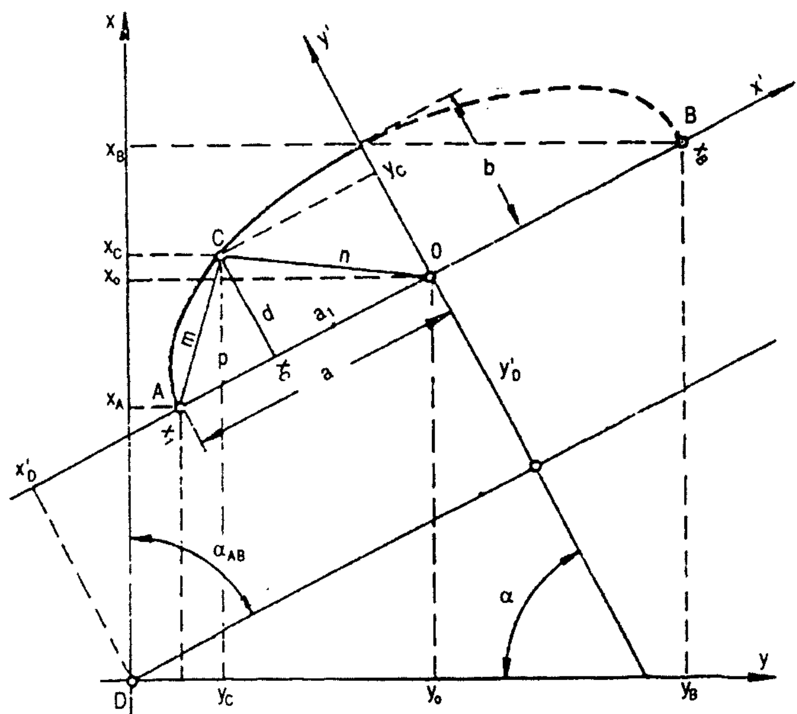
Tọa độ ba điểm trong hệ tọa độ mới tính theo công thức:

$$X'_A = -\frac{S_{AB}}{2}; \qquad Y'_A = 0;$$

$$X'_B = +\frac{S_{AB}}{2}; \qquad Y'_B = 0;$$

$$X'_C = X_C\cos\alpha_{AB} + Y_C\sin\alpha_{AB} - X'_O;$$

$$Y'_C = Y_C\cos\alpha_{AB} - X_C\sin\alpha_{AB} - Y'_O.$$



Hình 2.39. Xác định hình elíp qua ba điểm cho trước.

Bán trục nhỏ b tính theo công thức:

$$b = \pm \frac{Y'_C}{\sqrt{\left(1 + \frac{X'_C}{a}\right)^2}}$$

b. Bố trí hình elíp không thông qua hệ tọa độ phụ :

- Tính tọa độ điểm tâm :

$$X_O = \frac{X_A + X_B}{2}$$

$$Y_O = \frac{Y_A + Y_B}{2}$$

- Tính bán trục lớn a :

$$a = \sqrt{(X_A - X_O)^2 + (Y_A - Y_O)^2} = \sqrt{(X_B - X_O)^2 + (Y_B - Y_O)^2}$$

- Tính độ dài d :

$$d^2 = m^2 - p^2 = n^2 - q^2$$

Trong đó :

$$m = \sqrt{(X_A - X_C)^2 + (Y_A - Y_C)^2} = \sqrt{(X_O - X_C)^2 + (Y_O - Y_C)^2}$$

$$p = \frac{1}{2}\left(a + \frac{m^2 - n^2}{a}\right); \qquad q = \frac{1}{2}\left(a - \frac{m^2 - n^2}{a}\right)$$

2.9. QUY HOẠCH BÃI ĐỖ XE

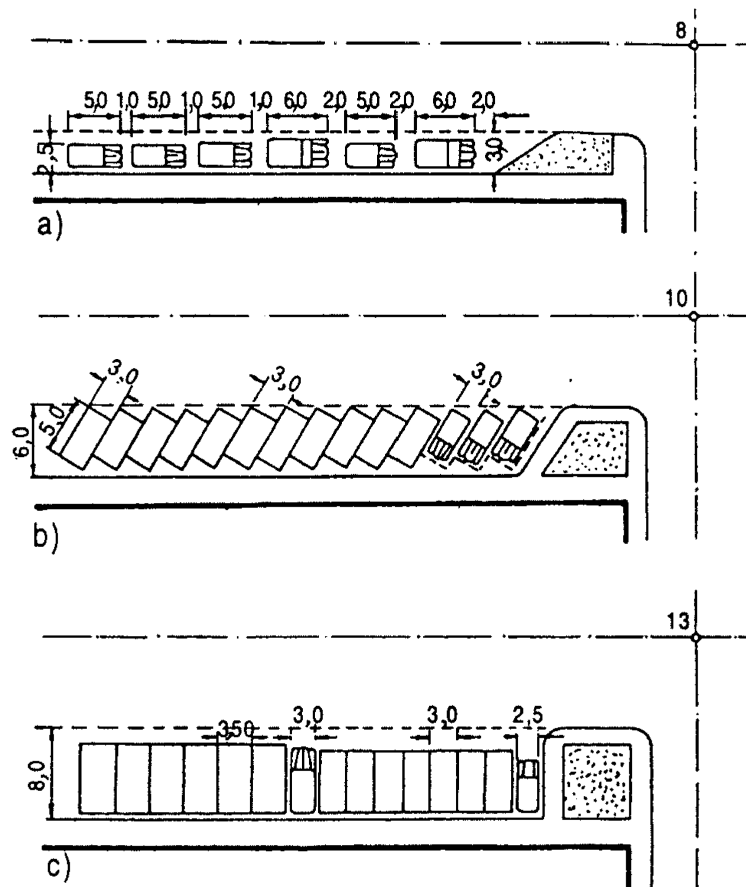
Bãi đỗ xe là một phần không thể thiếu trong quy hoạch đường phố cũng như quảng trường khu đô thị. Đó là phần dùng cho giao thông tĩnh trên đường phố, ngoài phần giao thông động. Bãi đỗ xe cần được thiết kế thỏa đáng theo nhu cầu trong quá trình làm quy hoạch. Bãi đỗ xe được thiết kế theo nhiều hình dạng và kích thước khác nhau. Nó phụ thuộc vào số lượng và chủng loại phương tiện giao thông sử dụng trong khu đô thị. Khi thiết kế quy hoạch bãi đỗ xe thường áp dụng ba dạng sau:

1. Xe đỗ dọc theo đường phố (hình 2.40,a). Chiều rộng của bãi là 3*m*.

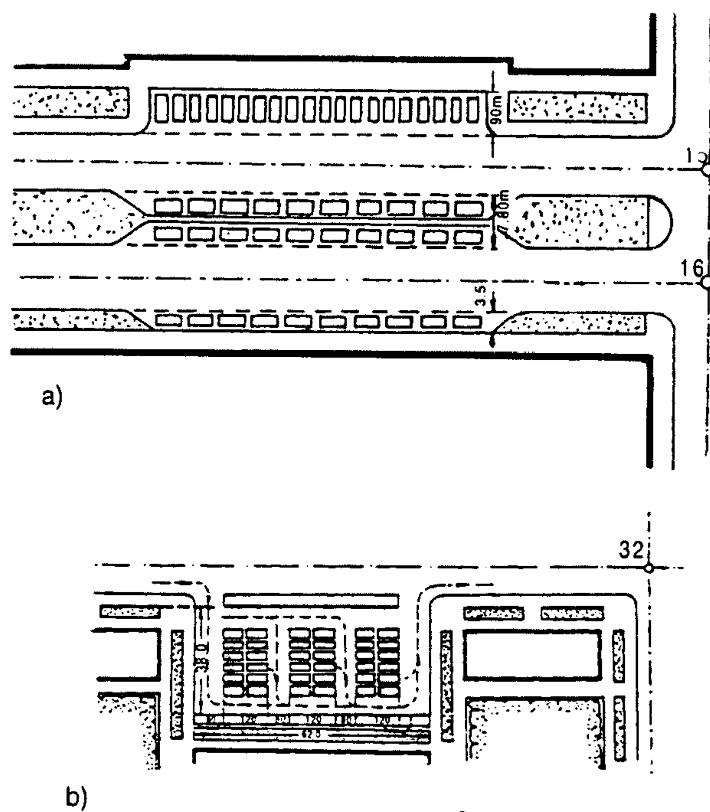
2. Xe đỗ nghiêng một góc theo trục đường phố (2.40,b). Chiều rộng của bãi là 6*m*.

3. Xe đỗ vuông góc theo trục đường phố (2.40,c). Chiều rộng của bãi là 8*m*. Trong các trường hợp này mặt đường bãi đỗ xe bố trí liền với mặt đường phố và được mở rộng về phía vỉa hè.

Nếu nhu cầu bãi đỗ xe lớn có thể quy hoạch mở rộng cả hai bên hè phố và về phía giải phân cách (hình 2.41,a). Trong trường hợp có nhu cầu bãi đỗ xe lớn, xe đỗ trong thời gian dài, diện tích mặt bằng quy hoạch cho phép có thể quy hoạch thành bãi đỗ xe riêng (hình 2.41,b). Diện tích bãi đỗ xe phụ thuộc vào số lượng và chủng loại xe. Thông thường với xe con bốn chỗ ngồi cần $25m^2/xe$, xe ôtô tải cần $30\text{-}60m^2/xe$, xe ôtô buýt cần $30\text{-}60m^2/xe$, xe môtô cần $4\text{-}8m^2/xe$. Ngoài các bãi đỗ xe trên đường phố khi xây dựng các công sở, cơ quan, nhà dân dụng... còn giành phần sàn tầng trệt hoặc tầng ngầm làm bãi đỗ xe, đặc biệt để đỗ xe qua đêm trong đô thị.



Hình 2.40. Bãi đỗ xe dọc theo đường phố.



Hình 2.41. Bãi đỗ xe lớn.

Chương 3
KHẢO SÁT VÀ QUY HOẠCH ĐỘ CAO THEO TUYẾN

3.1. MỤC ĐÍCH VÀ NỘI DUNG

Quy hoạch độ cao (còn gọi là quy hoạch đứng) là nội dung cơ bản trong quy hoạch khu đô thị. Nó được thực hiện sau khi đã thiết kế quy hoạch mặt bằng. Dựa trên cơ sở địa hình, địa chất, thủy văn và các điều kiện kinh tế xã hội khác để tiến hành thiết kế quy hoạch. Trong các bản vẽ thiết kế quy hoạch độ cao cần xác định các dạng công trình xây dựng, tính năng kĩ thuật, vị trí phân bố của chúng, trên cơ sở đó xác định:

- Độ cao của các công trình thuộc hạ tầng cơ sở;
- Độ cao của các công trình xây dựng;
- Độ cao thiết kế bề mặt các tiểu khu dân cư.

Khi thiết kế quy hoạch độ cao phải đáp ứng các yêu cầu kĩ thuật cơ bản:

- Đảm bảo thoát nước mặt cho khu đô thị;
- Đảm bảo giao thông cho các phương tiện chuyển động và người đi bộ;
- Đảm bảo hài hòa giữa các công trình xây dựng mới và các công trình cũ đã có;
- Đảm bảo hài hòa với địa hình và cảnh quan xung quanh, trong điều kiện kinh tế tối ưu.

Khi thiết kế quy hoạch luôn thỏa mãn các điều kiện như khối lượng đào đắp ít nhất, khoảng cách vận chuyển nhỏ nhất, khối lượng đào bằng khối lượng đắp, bề mặt tự nhiên bị phá vỡ ít nhất.

Thiết kế quy hoạch độ cao phân ra làm hai loại đó là quy hoạch theo tuyến và quy hoạch theo diện (quy hoạch bề mặt). Trong bản vẽ thiết kế quy hoạch dựa vào điều kiện địa hình, thể hiện qua các cao độ tự nhiên, gọi là độ cao đen, hoặc đường đồng mức đen, để quy hoạch độ cao, xác định độ cao thiết kế, hay còn gọi là độ cao đỏ, đường đồng mức đỏ. Trong thiết kế quy hoạch độ cao thường dùng các đường đồng mức có khoảng cao đều cơ bản 5,00 ; 1,00 ; 0,50 ; 0,25 ; 0,20 và 0,10*m*.

Chênh lệch giữa độ cao thiết kế và độ cao tự nhiên là chênh lệch độ cao cần đào hoặc cần đắp, gọi là độ cao công tác. Trong bản vẽ thiết kế, độ cao công tác thể hiện bằng các đường đồng mức với khoảng cao đều cơ bản 0,20; 0,10 và 0,05*m*.

Thiết kế quy hoạch độ cao thực hiện theo trình tự ở bảng 3.1.

Bảng 3.1. Các bước thiết kế quy hoạch.

Giai đoạn	Quy hoạch mặt bằng	Quy hoạch độ cao
I	Quy hoạch mặt bằng tổng thể	Thiết kế sơ bộ
II	Quy hoạch mặt bằng chi tiết	Thiết kế kĩ thuật
III	Quy hoạch chi tiết tiểu khu	Thiết kế thi công

3.2. PHƯƠNG PHÁP VÀ ĐỘ CHÍNH XÁC ĐO CAO KHU QUY HOẠCH

3.2.1. Phương pháp đo cao địa hình

Địa hình trong khu quy hoạch xây dựng là nền của các công trình kiến trúc. Phụ thuộc vào hình dạng, kích thước và địa hình của mặt bằng khu vực để chọn phương pháp khảo sát như đo vẽ bề mặt, đo theo dải hoặc đo theo tuyến.

Địa hình được biểu diễn trên các bình đồ, mặt cắt dọc và mặt cắt ngang theo phương pháp đường đồng mức, phụ thuộc vào độ chính xác biểu diễn địa hình để xác định mật độ điểm mia và khoảng cao đều cơ bản h_0.

Mật độ điểm mia tính theo công thức:

$$S = 40.\sqrt{h_0}$$

Trong đó :

S - khoảng cách giữa các điểm mia thực hiện trong khi đo cao địa hình;

h_0 - khoảng cao đều cơ bản của đường đồng mức.

Trong đo cao bề mặt thường áp dụng dạng lưới hình vuông hoặc là hình chữ nhật và đo theo phương pháp đo cao lượng giác hoặc là đo cao hình học. Lưới đo cao bề mặt thường áp dụng có dạng dưới đây.

1. Dạng một - Lưới đo cao ô vuông (hình 3.1).

Trong trường hợp này bề mặt khu vực đo vẽ có dạng hình vuông hoặc hình chữ nhật. Phụ thuộc vào độ phức tạp của địa hình để xác định các cạnh

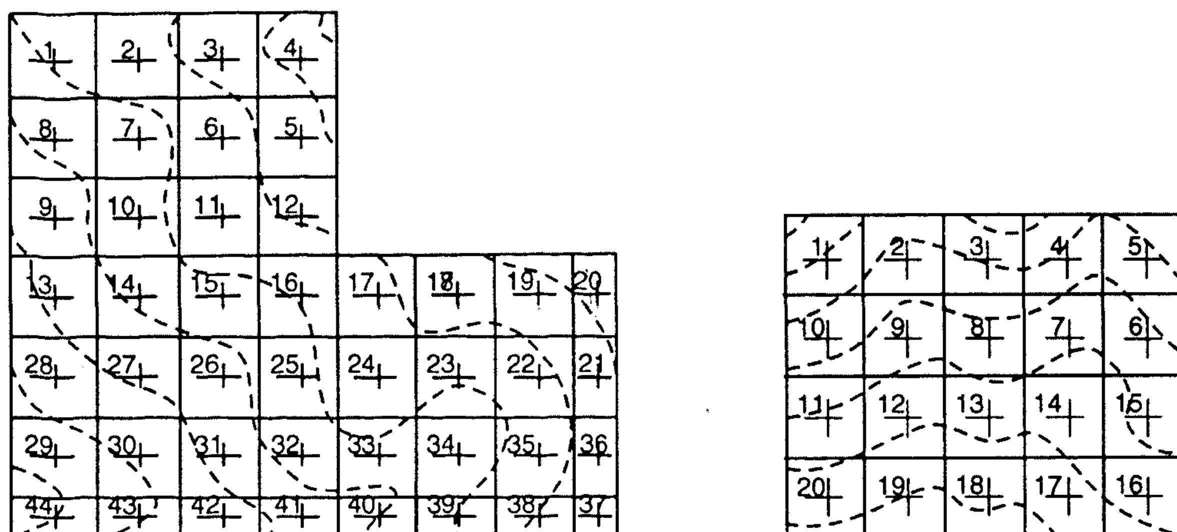
của ô vuông là 5, 10, 20 hay 50*m*. Độ cao các điểm địa hình được xác định tại tâm của các ô vuông.

2. Dạng hai (hình 3.2)

Lưới đo cao cũng là hình vuông hoặc hình chữ nhật nhưng các điểm đo cao ở tại các đỉnh của lưới.

3. Dạng ba (hình 3.3)

Mặt bằng khu vực đo cao không phải là hình chữ nhật. Trong trường hợp này xác định hướng chính của khu vực đo vẽ để xây dựng lưới ô vuông hoặc hình chữ nhật. Bề mặt đo vẽ gồm các ô hình vuông, chữ nhật, hình thang, hình tam giác. Độ cao các điểm được đo tại tâm của các hình.

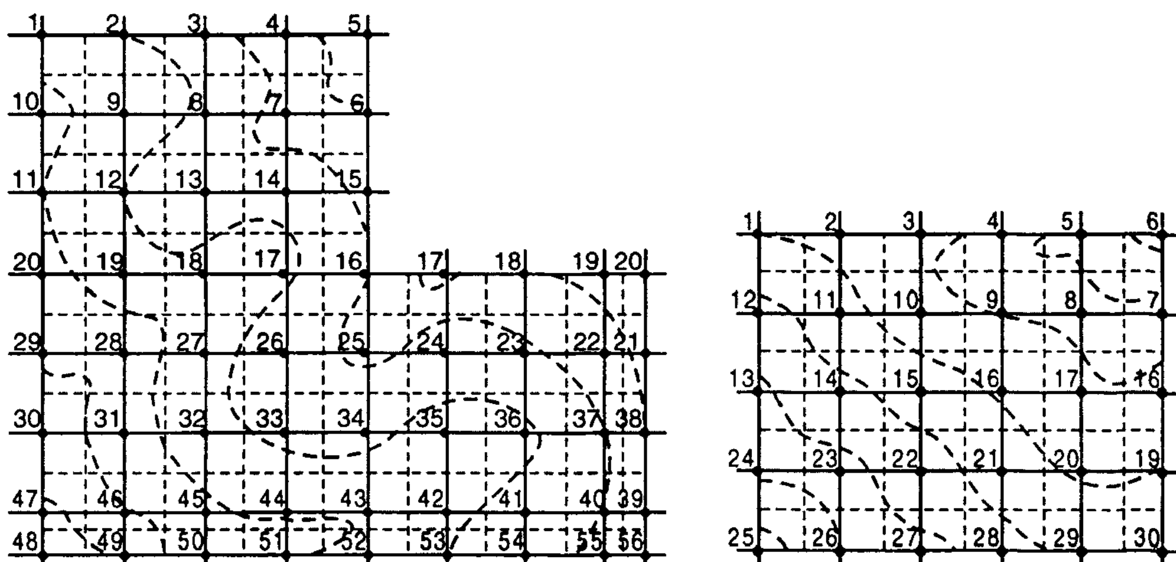


***Hình 3.1.** Sơ đồ lưới đo cao mặt bằng - dạng 1.*

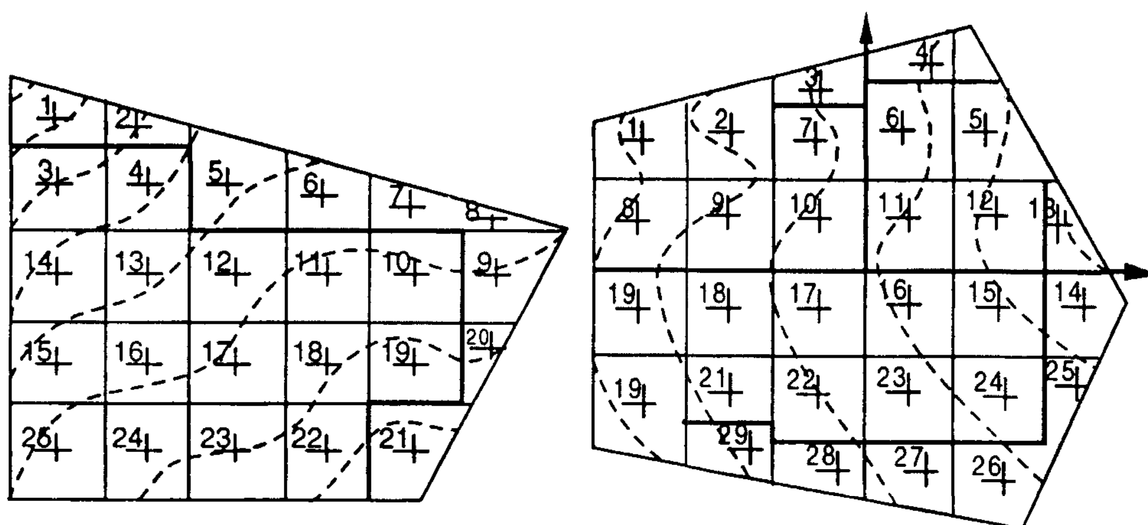
Khi đo cao theo tuyến thường dùng mặt cắt dọc để biểu diễn (hình 3.4,a).

Khi đo cao theo dải, ví dụ đường bộ, đường sắt, kênh mương... thường dùng mặt cắt dọc và mặt cắt ngang để biểu diễn địa hình (hình 3.4,b).

Kết quả thu được sau khảo sát là độ cao địa hình của các điểm đặc trưng trên lưới, trên dải hoặc trên tuyến. Địa hình trên tài liệu khảo sát thường biểu diễn theo phương pháp đường đồng mức. Phương pháp đường đồng mức cho độ chính xác cần thiết khi thiết kế quy hoạch độ cao.



Hình 3.2. Sơ đồ lưới đo cao mặt bằng - dạng 2.



Hình 3.3. Sơ đồ lưới đo cao mặt bằng - dạng 3.

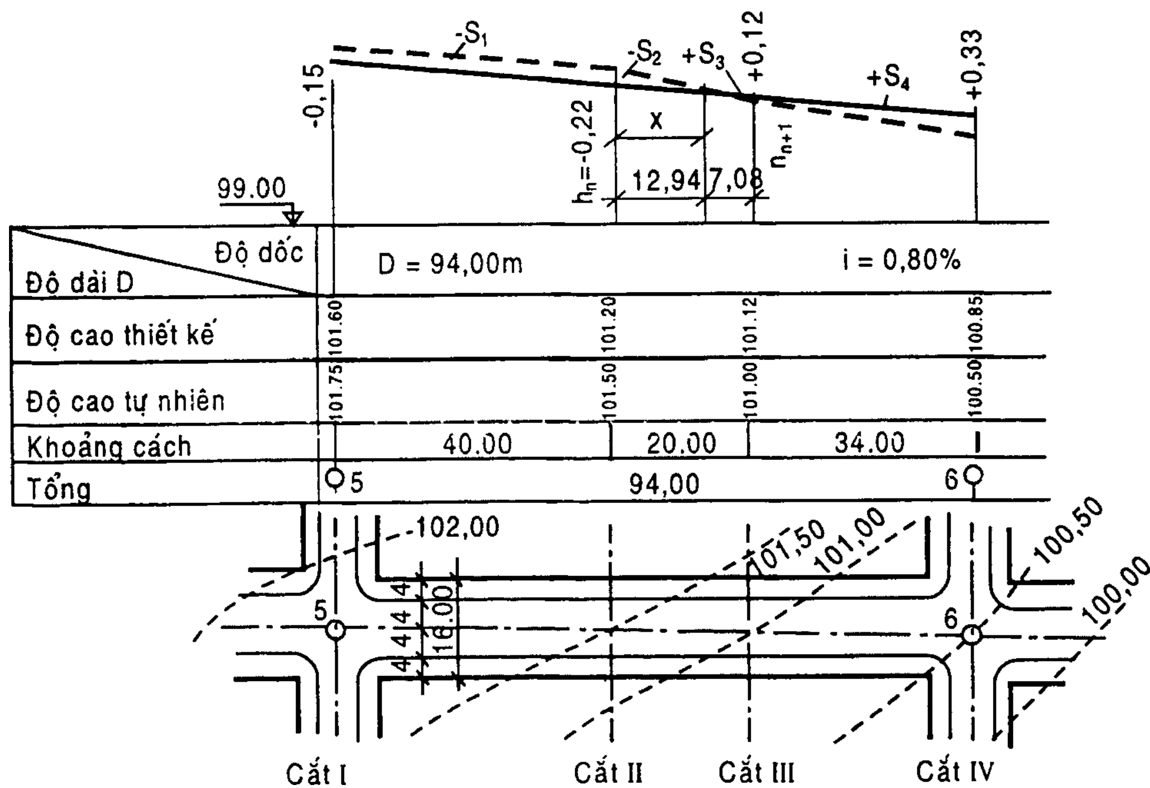
3.2.2. Độ chính xác biểu diễn đường đồng mức

Độ chính xác đường đồng mức biểu diễn địa hình tính theo công thức:

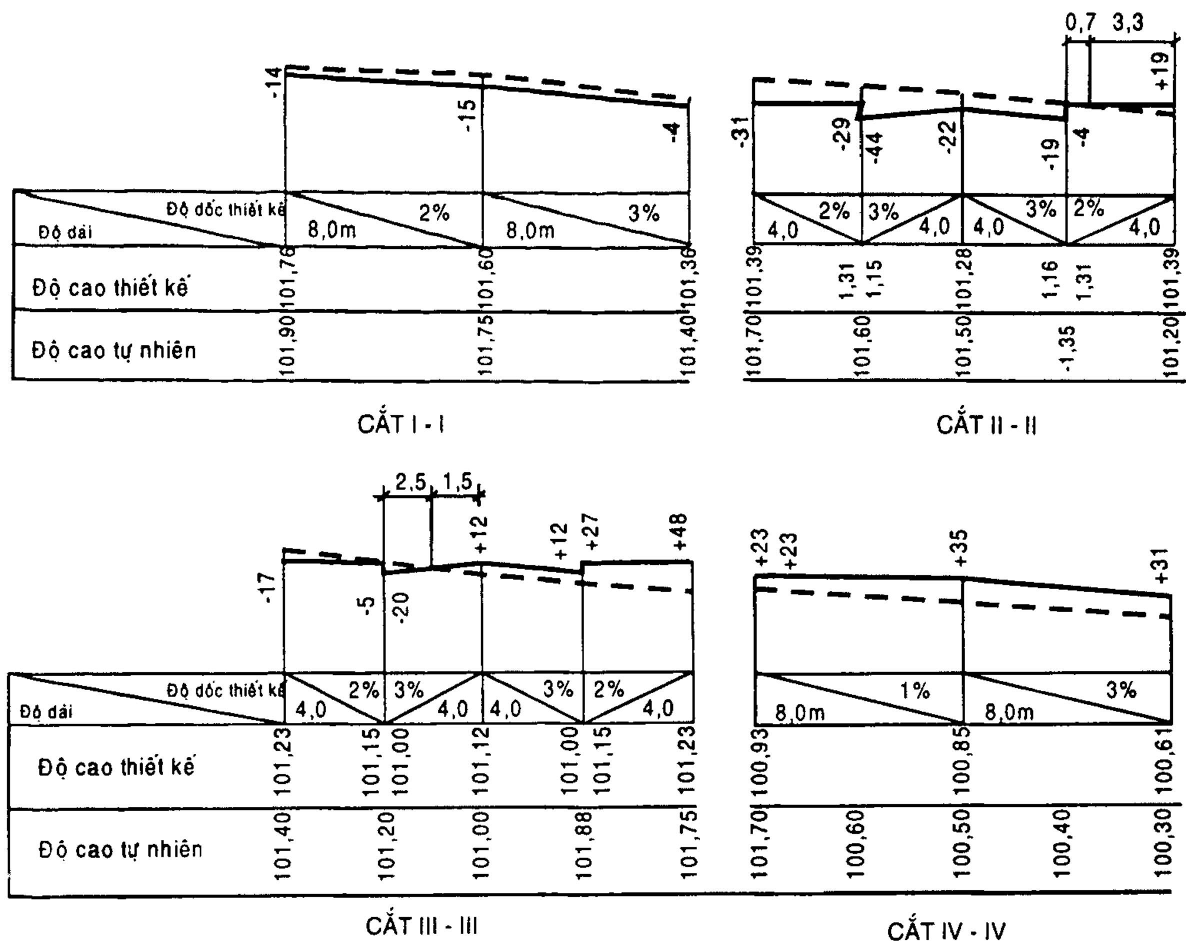
$$m_{ĐM} = (K_1 + K_2.i) \quad (3.2.1)$$

Trong đó :

$m_{ĐM}$ - sai số đường đồng mức;



Hình 3.4,a. Mặt cắt dọc địa hình



Hình 3.4,b. Mặt cắt ngang địa hình.

K_1 - hệ số sai số trung phương vị trí hình chữ nhật xác định theo công thức (3.2.2);

K_2 - hệ số sai số biểu diễn đường đồng mức lên bản đồ, phụ thuộc theo độ dốc i của địa hình.

$$K_1 = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}\,, \qquad (3.2.2)$$

Trong đó :

m_1 - sai số trung phương xác định độ cao địa hình so với độ cao điểm mia; thường lấy bằng 0,01 - 0,03 *m*;

m_2 - sai số trung phương xác định theo độ gồ ghề của bề mặt địa hình xung quanh điểm mia; thường lấy bằng 0,01 - 0,03 *m*; khi các điểm mia đặt trên các cọc gỗ đóng tại các điểm của lưới thì sai số này tính bằng không;

m_3 - Sai số trung phương khái quát hóa địa hình, nó phụ thuộc vào mật độ, khoảng cách giữa các điểm mia và mức độ chia cắt của bề mặt địa hình; sai số này phụ thuộc nhiều vào khoảng cao đều cơ bản h_0 và khoảng cách giữa các điểm mia S (bảng 3.2).

Bảng 3.2. Sai số khái quát hoá địa hình.

Khoảng cao đều h_0 (*m*)	Khoảng cách mia S (*m*)	Sai số trung phương m_3 (*m*)
1,00	40	0,11 - 0,12
0,50	28	0,05 - 006
0,25	20	0,02 - 0,03
0,20	18	0,02 -

Hệ số K_1 tính theo khoảng cao đều cơ bản h_0 và các sai số do điều kiện địa hình thể hiện ở bảng 3.3.

Bảng 3.3. Hệ số sai số trung phương vị trí hình chữ nhật K_1.

h_0 (*m*)	m_1 (*m*)	m_2 (*m*)	m_3 (*m*)	K_1 (*m*)
1,00	0,03	0,02	0,11	0,12
0,50	0,03	0,02	0,05	0,06
0,25	0,01	0,00	0,03	0,03
0.20	0,01	0,00	0,02	0,025

Khoảng cao đều cơ bản $h_0 = 0{,}25m$ hoặc $0{,}20m$ áp dụng khi đo vẽ tỉ lệ 1: 250 hoặc 1: 200; khoảng cách giữa các điểm mia khi đo cao bề mặt là 10 - 20m. Trong trường hợp này sai số $m_1 = 0{,}01$, sai số $m_2 = 0$.

Từ bảng 3.3 cho thấy $K_1 \approx f(m_3) \approx f(h_0)$. Có thể lấy hệ số K_1 gần bằng

$$K_1 \approx 0{,}12.h_0. \qquad (3.2.3)$$

Hệ số K_2 tính theo công thức:

$$K_2 = \pm\sqrt{m_4^2 + m_5^2 + m_6^2 + m_7^2} \qquad (3.2.4)$$

Trong đó :

m_4 - sai số trung phương xác định vị trí điểm trên bản vẽ, thường lấy bằng 0,02 - 0,03mm;

m_5 - sai số trung phương đồ giải, phụ thuộc vào độ chính xác tính đường đồng mức từ các độ cao điểm mia, thường lấy bằng 0,2mm;

m_6 - sai số trung phương vẽ đường đồng mức, thường lấy bằng 0,2mm;

m_7 - sai số trung phương nội suy đường đồng mức.

Hệ số K_2 tính từ các sai số trên tương ứng với các tỉ lệ bản đồ cho ở bảng 3.4.

Bảng 3.4. Hệ số sai số biểu diễn đường đồng mức lên bản đồ.

Tỉ lệ bản đồ	m_4 (*mm*)	m_5 (*mm*)	m_6 (*mm*)	m_7 (*mm*)	K_2
1	2	3	4	5	6
1 : 1000	0,03	0,20	0,20	0,10	0,301
1 : 500	0,03	0,10	0,10	0,05	0,153
1 : 250	0,01	0,05	0,05	0,13	0,076
1 : 200	0,01	0,04	0,04	0,02	0,061

Hệ số K_2 lấy gần đúng bằng :

$$K_2 \approx 0{,}0003.M$$

Sai số vị trí đường đồng mức tính được gần đúng theo công thức :

$$m_{ĐM} = \pm (K_1+K_2) \approx \pm (0{,}12h_0+0{,}0003M.i). \qquad (2.2.5)$$

3.2.3. Độ chính xác thể hiện đường đồng mức thiết kế

Độ chính xác thể hiện đường đồng mức thiết kế phụ thuộc quá trình thiết kế và độ chính xác vẽ chúng lên bản vẽ. Sai số trung phương của nó tính theo công thức :

$$m_{ĐM}^{TK} = \pm\sqrt{(m_1^2 + m_2^2)i^2}\,, \tag{3.2.6}$$

Trong đó :

m_1- sai số trung phương đồ giải khi thiết kế đường đồng mức trên bản vẽ, lấy bằng 0,2*mm*;

m_2 - sai số trung phương vẽ đường đồng mức, lấy bằng 0,1*mm;*

i - độ dốc của địa hình.

Độ chính xác thể hiện đường đồng mức thiết kế phụ thuộc theo tỉ lệ bản đồ và độ dốc địa hình. Thực tế áp dụng công thức gần đúng để tính độ chính xác thể hiện đường đồng mức thiết kế :

$$m_{ĐM}^{TK} \approx \pm\, 0{,}00023.M.i\,. \tag{3.2.7}$$

3.2.4. Sai số trung phương xác định đường đồng mức trên bản vẽ

Sai số trung phương xác định độ cao điểm P trên bản vẽ phụ thuộc vào độ chính xác của hai đường đồng mức kề bên trên bản vẽ (hình 3.5). Độ cao H_P của điểm P tính theo công thức :

$$H_P = H_A + \frac{S_1}{S_1 + S_2} h_{AB} = H_B - \frac{S_2}{S_1 + S_2} H_{AB} \tag{3.2.8}$$

Sai số trung phương độ cao điểm P tính được

$$m_P = \pm\sqrt{\left[1 + \left(\frac{S_1}{S}\right)^2\right] m_{XB}^2 + \left(\frac{S_1}{S}\right)^2 m_{XA}^2 + \frac{(H_A - H_B)^2}{S^2}\cdot\frac{S^2 m_S^2 + S_1^2.m_{S1}^2}{S^2}} \tag{3.2.9}$$

Trong đó:

m_P - sai số trung phương xác định độ cao điểm P từ đường đồng mức;

$m_{XA} = m_{XB} = m_X$ - sai số trung phương vị trí mặt bằng của điểm A và B;

$m_{Si} = m_S$ - sai số đo độ dài khoảng cách giữa điểm P và các đường đồng mức trên bản vẽ; công thức tính sai số độ cao điểm P sau khi biến đổi là:

$$m_P = \pm\sqrt{1{,}5m_X^2 + 1{,}25m_S^2.i} \tag{3.2.10}$$

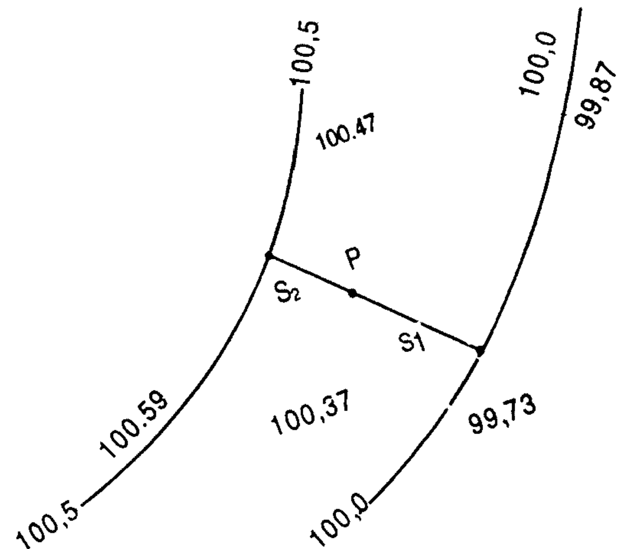
3.2.5. Khảo sát phân tích địa hình

Khảo sát phân tích địa hình để xác định các thông số kĩ thuât dựa trên hai đặc điểm:

- Đặc trưng bên ngoài: bề mặt của địa mạo;

- Đặc trưng kích thước hình khối của địa hình.

Bề mặt địa hình có các dạng đặc trưng, đó là mặt đất và mặt nước. Trên mặt đất có các dạng đồng bằng, đồi núi. Đồi núi được đặc trưng bởi mức độ cao thấp, độ dốc và mức độ chia cắt của bề mặt. Phủ bề mặt là các dạng đất, đá, cát sỏi...Thông số kĩ thuật đặc trưng để phân biệt khảo sát quy hoạch độ cao với quy hoạch mặt bằng là độ cao trung bình, độ dốc trung bình, hướng dốc nhỏ nhất và lớn nhất, tính chất đặc trưng của bề mặt địa mạo... khu vực quy hoạch.



Hình 3.5. Sơ đồ vị trí điểm độ cao.

1. Độ cao trung bình khu vực quy hoạch

Diện tích khu vực quy hoạch được xác đinh bởi các hình cơ bản có diện tích P_i. Độ cao trung bình của các hình cơ bản là H_i^{TB} hình 3.1 đến hình 3.3. Độ cao trung bình của khu vực quy hoạch tính theo công thức :

$$H_{TB} = \frac{\sum_1^n P_i H_i^{TB}}{\sum_1^n P_i} = \frac{\sum_1^n P_i H_i^{TB}}{P} \qquad (3.2.11)$$

Trong đó :

$P = \sum_1^n P_i$ - diện tích khu vực quy hoạch;

H_i^{TB} - độ cao trung bình các hình cơ bản.

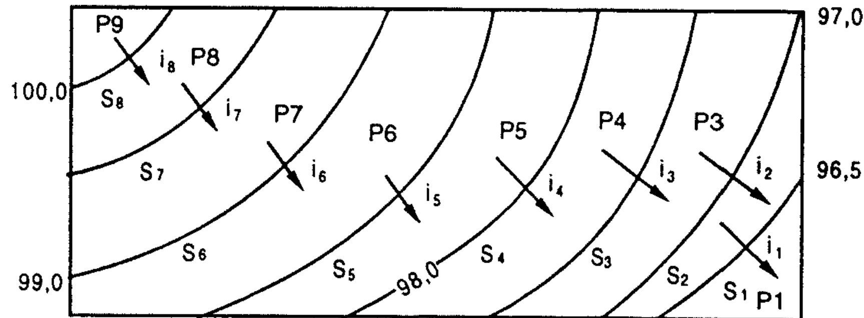
Thường các hình cơ bản là các hình vuông có diện tích bằng nhau, khi đó độ cao trung bình theo công thức

$$H_{TB} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i^{TB}}{n} \qquad (3.2.12)$$

Trong đó :

n - số số hình cơ bản trong khu vực quy hoạch.

Độ cao trung bình của khu vực quy hoạch có thể tính theo các đường đồng mức (hình 3.6).



Hình 3.6. Sơ đồ xác định hướng và độ lớn của độ dốc địa hình.

Trong phương pháp đường đồng mức thường lấy hình chữ nhật là hình cơ bản. Diện tích của các hình cơ bản tính theo công thức :

$$P_i = s_i.b_i \qquad (3.2.13)$$

Trong đó :

s_i - chiều dài đường đồng mức;

b_i - khoảng cách giữa các đường đồng mức; nó phụ thuộc vào khoảng cao đều cơ bản h và độ dốc địa hình i, Khoảng cách giữa các đường đồng mức được theo công thức

$$b_i = \frac{h}{i}$$

Đối với khu vực có độ dốc không đổi, tính khoảng cách trung bình giữa hai đường đồng mức theo công thức

$$b_i^{TB} = \frac{h}{i_{TB}} \qquad (3.2.14)$$

Khi đó diện tích trung bình tính theo công thức

$$P_i = s_i b_i^{TB} \qquad (3.2.15)$$

Độ cao trung bình của khu vực quy hoạch tính theo các đường đồng mức bằng công thức:

$$H_{TB} = \frac{\sum s_i \cdot b_i^{TB} \cdot H_i^{TB}}{\sum s_i \cdot b_i^{TB}} = \frac{\sum s_i \cdot H_i^{TB}}{\sum s_i} \qquad (3.2.16)$$

Trong đó:

H_i^{TB} - độ cao địa hình trung bình dải thứ i;

s_i - chiều dài đường đồng mức.

2. Độ dốc trung bình khu vực quy hoạch

Dựa vào độ cao trung bình của các dải, phân cách bởi các đường đồng mức, tính được ở phần 1, sẽ tính được độ dốc trung bình của khu vực quy hoạch theo công thức :

$$i_{TB} = \frac{\sum P_i i_i}{\sum P_i} = \frac{\sum P_i i_i}{P} \qquad (3.2.17)$$

Trong đó : diện tích các hình cơ bản theo công thức :

$$P_i = b_i \cdot s_i = \frac{h}{i_i} s_i \qquad (3.2.18)$$

Sau khi biến đổi công thức có dạng:

$$i_{TB} = \frac{h.\sum s_i}{P} \qquad (3.2.19)$$

Trong đó :

i_{TB} - độ dốc trung bình khu vực quy hoạch;

s_i - độ dài đường đồng mức thứ i;

P - diện tích khu vực quy hoạch;

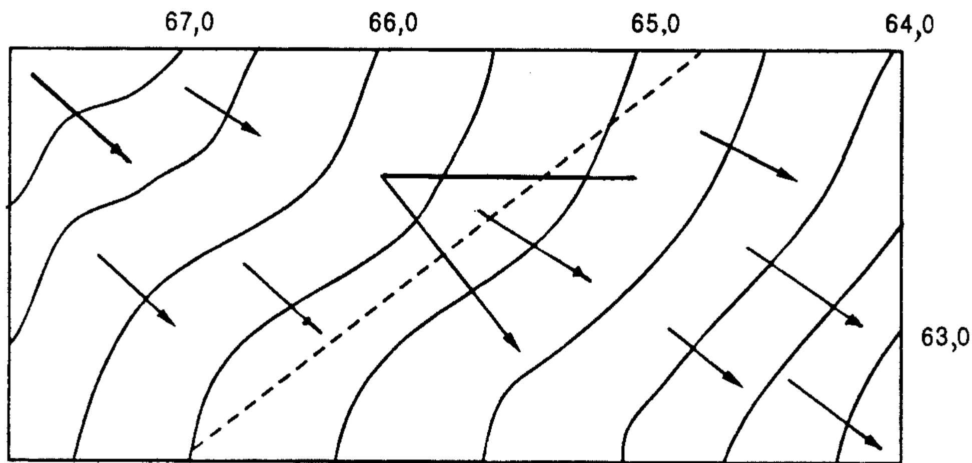
h - khoảng cao đều cơ bản.

3. Hướng dốc trung bình của khu vực quy hoạch

Hướng dốc trung bình của khu vực quy hoạch được đặc trưng bằng góc α (hình 3.7). Dải thứ i có diện tích P_i với độ cao trung bình H_i được đặc trưng bằng hướng độ dốc là α_i.

Độ dốc trung bình của khu vực quy hoạch tính theo nguyên tắc số trung bình cộng

$$\alpha_{TB} = \frac{\sum P_i \cdot i_i \cdot \alpha_i}{\sum P_i \cdot i_i} . \qquad (3.2.20)$$



Hình 3.7. Xác định hướng dốc của địa hình.

Trong đó :

α_i - hướng độ dốc địa hình dải i;

P_i - diện tích dải i;

$$\sum P_i \cdot i_i = i_{TB} . P \qquad (3.2.21)$$

Từ công thức 3.2.18 viết được :

$$b_i \cdot s_i = \frac{h.}{i_i} s_i = P_i \qquad (3.2.22)$$

Khi đó, công thức tính độ dốc trung bình nhận được :

$$\alpha_{TB} = \frac{h \sum s_i \cdot \alpha_i}{P . i_{TB}} \qquad (3.2.23)$$

Sau khi biến đổi công thức có dạng :

$$\alpha_{TB} = \frac{\sum s_i \cdot \alpha_i}{P . s_i} \qquad (3.2.24)$$

4. Tính chất địa hình khu vực quy hoạch

Địa hình khu vực quy hoạch được đặc trưng bởi tính chất bề mặt địa mạo như độ chia cắt bề mặt, độ dốc địa hình.

Độ chia cắt bề mặt địa hình được đặc trưng bởi hệ số K. Hệ số K tính theo công thức:

$$K = \frac{\sum s_i}{\sum s'_i} \qquad (3.2.25)$$

Trong đó :

s_i - độ dài đường đồng mức tính theo đường nối thẳng;

s'_i - độ dài vi phân đường đồng mức, chia theo các đoạn thẳng hoặc đoạn cong.

Độ dốc bề mặt địa hình tính theo dải của các đường đồng mức đặc trưng bằng hệ số I. Hệ số I tính theo công thức :

$$I = \frac{\sum s_i}{P} \quad (3.2.26)$$

Trong đó :

$\sum s_i$ - tổng chiều dài các đường đồng mức;

P - diện tích khu vực quy hoạch.

Bề mặt địa hình được đặc trưng bằng hệ số R. Hệ số này được xác định theo các bước nghiên cứu bề mặt sau:

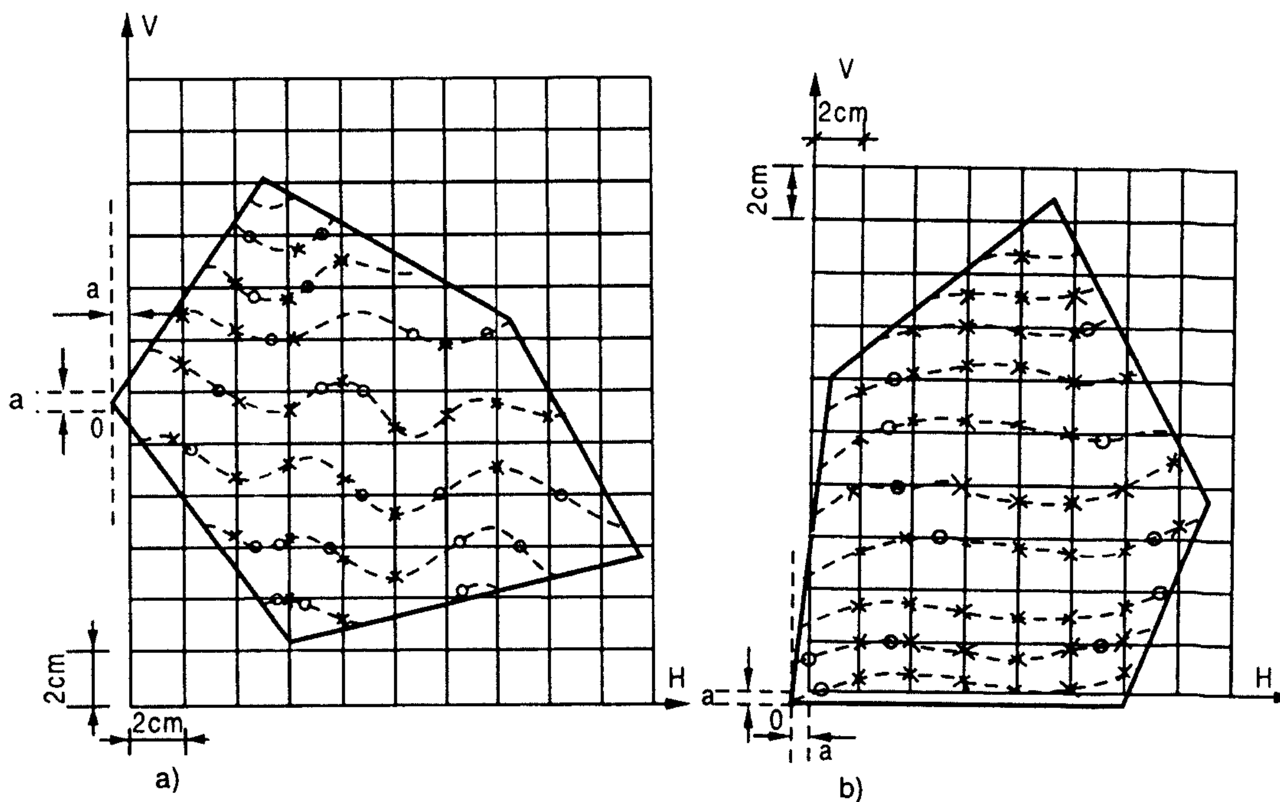
- *Bước 1*. Phụ thuộc vào độ lớn theo diện tích, độ phức tạp dự kiến của khu vực sẽ nghiên cứu địa hình để chọn tỉ lệ bản đồ cho phù hợp. Bản đồ thường được chọn có tỉ lệ 1: 10 000; 1: 5 000 và 1: 2 000 với các khoảng cao đều cơ bản 1*m*; 0,5*m*; 0,25*m* hoặc 0,2*m*. Trên bản đồ xác định khu vực cần nghiên cứu, các đường ranh giới tự nhiên như sông, kênh mương, bờ đập, đường sá, ranh giới các loại thảm thực vật... rồi đánh số các khu vực đó lên bản đồ .

- *Bước 2*. Xác định các thông số đặc trưng của địa hình trên tất cả các khu vực đã đánh dấu. Trong quy hoạch đứng, độ cao của địa hình, khối lượng đào đắp, khối lượng vận chuyển là các thông số cần quan tâm. Các thông số trên phụ thuộc vào độ dốc i và mức độ chia cắt K của địa hình. Hệ số đặc trưng R của địa hình tính theo công thức

$$R = f(i,K) . \quad (3.2.27)$$

Có nhiều phương pháp để xác định hệ số này. Dưới đây là một trong các phương pháp đó.

Dùng tờ giấy bóng mờ hay tờ phim nhựa có kẻ lưới ô vuông với kích thước 2×2*cm* (hình 3.8), đặt lên khu vực cần nghiên cứu địa hình đã xác định trên bản đồ. Xoay cho tờ giấy có đường kẻ của lưới song song với hướng của các đường đồng mức trên bản đồ. Sau đó đánh dấu các điểm cắt của đường đồng mức với các cạnh của lưới.



Hình 3.8. Xác định tính chất địa hình.

Hệ số đặc trưng R cho địa hình tính theo công thức:

$$R = \frac{\sum H + \sum V}{P} \quad (3.2.28)$$

Trong đó :

$\sum H$ - số điểm cắt của đường đồng mức với cạnh ngang của lưới;

$\sum V$ - số điểm cắt của đường đồng mức với cạnh đứng của lưới;

P - diện tích khu vực tính theo *ha*.

Địa hình được phân hạng theo hệ số đặc trưng R:

hạng 1 - R = 4,00 - 2,50 trên *ha;*

hạng 2- R = 2,50 - 1,50 trên *ha;*

hạng 3 - R < 1,5 trên *ha*.

Độ dốc địa hình tính theo công thức :

$$i = \frac{h\left(\sum H + \sum V\right)s}{P} \quad (3.2.29)$$

Trong đó :

s - khoảng cách thực địa tính theo tỉ lệ bản đồ của lưới ô vuông.

Bước 3. Chọn khu vực đặc trưng trên diện tích sẽ quy hoạch độ cao để tính các thông số kinh tế - kĩ thuật như: khối lượng đào đắp, khoảng cách vận chuyển trung bình trên một *ha*.

Bước 4. Tính định mức thi công như khối lượng đào đắp, máy móc, giá thành... trên một *ha*.

5. Đường quy hoạch tối ưu của địa hình

Khi quy hoạch đứng, tìm hiểu kĩ đặc trưng của địa hình là một yếu tố quan trọng quyết định tính hiệu quả, giá thành của công trình sẽ được xây dựng. Dưới đây là phương pháp xác định các đặc trưng tối ưu của địa hình khu vực quy hoạch.

Xác định hướng dốc tối ưu

$$i_{min} < i < i_{max}, \quad (3.2.29)$$

Trong đó :

i_{min}, i_{max} - hướng dốc nhỏ nhất và lớn nhất của địa hình.

Hướng dốc tối ưu được chọn dựa trên cơ sở các thông số độ dốc của địa hình:

$$i_{min} = \frac{h}{s_{max}} \; ; \; i = \frac{h}{s} \quad (3.2.30)$$

$$i_{max} = \frac{h}{s_{min}}$$

Trong đó :

h - khoảng cao đều cơ bản,

s_{min}, s_{max}, s - các khoảng cách ngang tương ứng.

Từ biểu thức trên viết được :

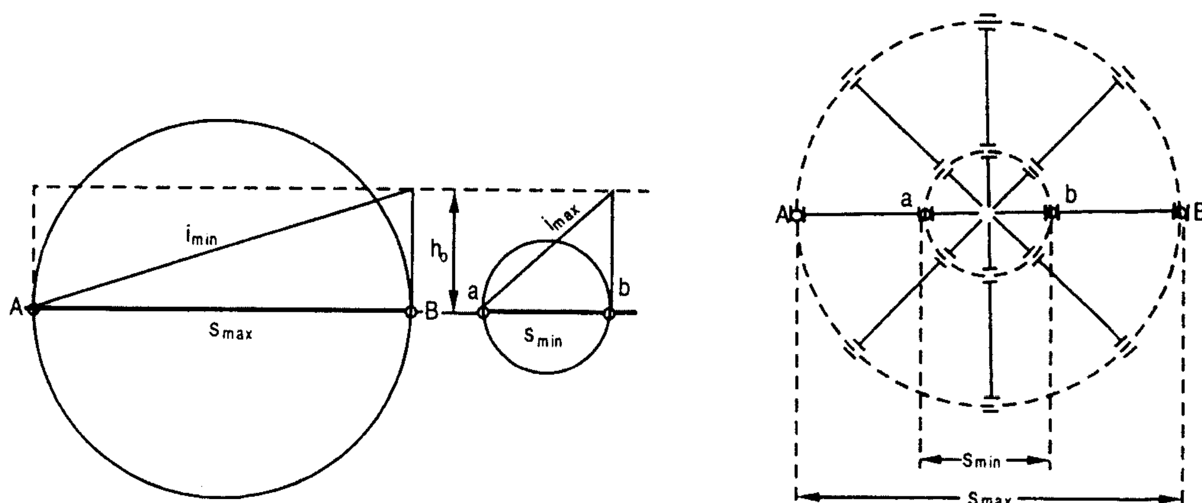
$$\frac{h}{s_{max}} \le \frac{h}{s} \le \frac{h}{s_{min}} \quad (3.2.31)$$

Từ đó suy ra :

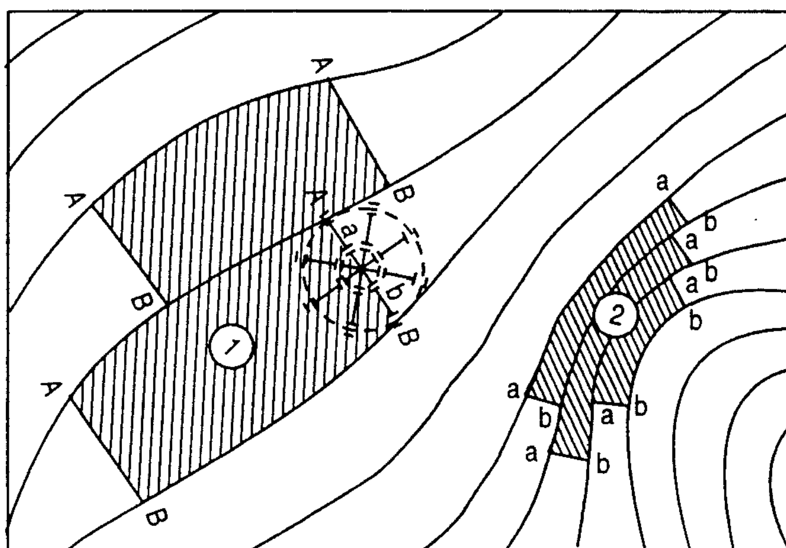
$$s_{min} < s < s_{max}. \quad (3.2.32)$$

Hay độ dốc của địa hình tỉ lệ nghịch với khoảng cách giữa các đường đồng mức.

Khi xác định vị trí tối ưu giữa các đường đồng mức là s, cần xác định hướng đường thẳng cắt vuông góc hai đường đồng mức (hình 3.9,a). Để thuận tiện cho việc xác định khoảng cách tối ưu cần vẽ một thước mẫu trên giấy bóng mờ với các vòng tròn có đường kính là s_{max} và s_{min}(hình 3.9,b). Dùng thước mẫu (Planetka) trên áp lên bản vẽ xác định khu vực có độ dốc min (1), có độ dốc max (2) (hình3.10).

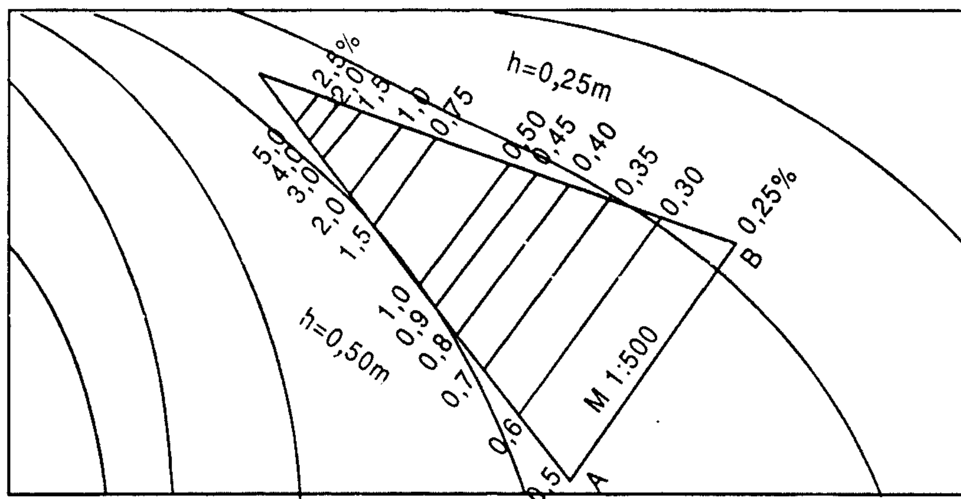


Hình 3.9. Thước mẫu xác định địa hình tối ưu .



Hình 3.10. Xác định địa hình tối ưu bằng thước mẫu.

Có thể dùng hình mẫu đã xác định độ dốc theo tỉ lệ bản đồ tương ứng để xác định độ dốc của địa hình (hình 3.11).



Hình 3.11. *Xác định địa hình tối ưu bằng hình mẫu.*

6. Độ dốc tối ưu xác định theo mạng lưới đo ô vuông

Để xác định độ dốc tối ưu của khu vực, cần xác định độ cao tại các đỉnh của lưới ô vuông (hình 3.12). Độ dốc của địa hình được tính theo độ dốc các cạnh và đường chéo của các ô vuông. Khi kiểm tra độ dốc các cạnh phải thỏa mãn biểu thức :

$$i_{min} = \frac{h_{min}}{a} \; ; \; i = \frac{h}{a} \; ; \; i_{max} = \frac{h_{max}}{a} \qquad (3.2.33)$$

Trong đó :

a - độ dài cạnh ô vuông;

h_{min}, h_{max} và h - chênh cao tương ứng giữa các cạnh lưới ô vuông.

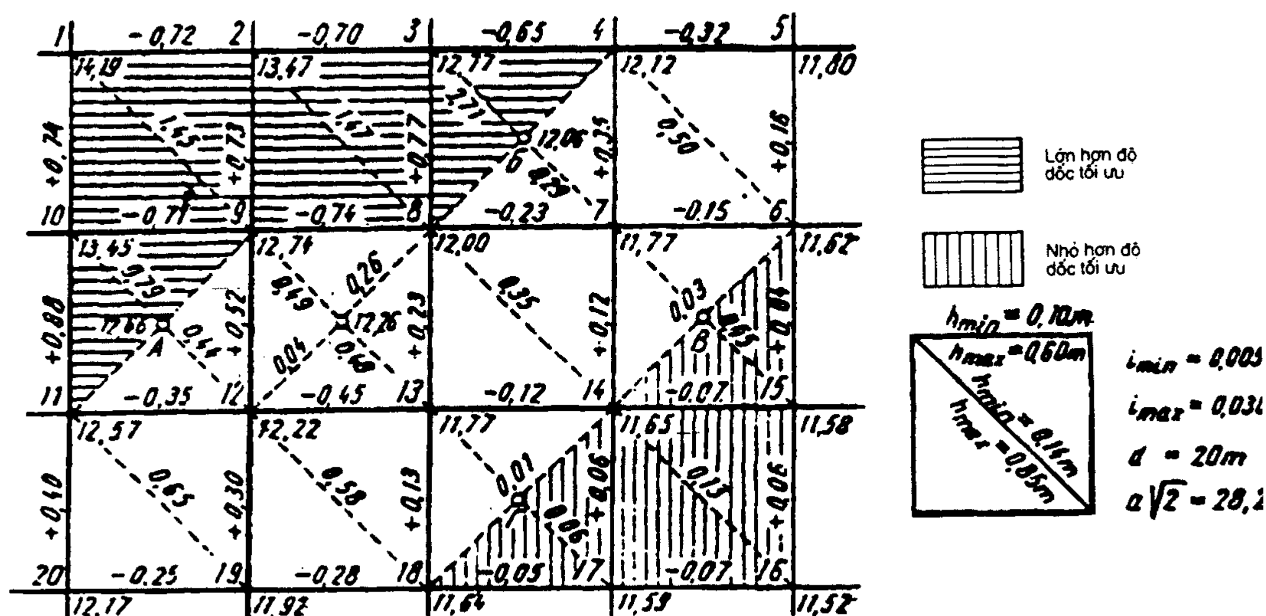
Các chênh cao này thỏa mãn biểu thức:

$$h_{min} < h < h_{max} \qquad (3.2.33)$$

Đường chéo của hình vuông bằng $\sqrt{2}$.a, từ đó tính được độ dốc tương ứng theo độ chéo hình vuông:

$$\begin{aligned} h'_{min} &= h_{min}\sqrt{2}.a \\ h' &= h\sqrt{2}.a \qquad (3.2.34) \\ h'_{max} &= h_{max}\sqrt{2}.a \end{aligned}$$

Tất cả các cạnh và đường chéo của hình vuông được tính độ dốc rồi ghi lên hình vẽ (hình3.12). Sau đó xác định ranh giới đường có độ dốc tối ưu, đó là các cạnh có độ dốc nhỏ nhất trên lưới ô vuông vừa tính. Dùng bút chì màu để đánh dấu đường ranh giới tối ưu .



Hình 3.12. Xác định độ dốc tối ưu trên lưới ô vuông.

7. Độ dốc của đường cong tối ưu

Qua ba điểm A, B , C trên ba đường đồng mức kề nhau thể hiện trên một đường thẳng nằm ngang với các khoảng cách s_{AB}, s_{BC} và độ cao tương ứng là H_A, H_B và H_C, xác định được đường cong tròn tối ưu có bán kính cong R đặc trưng cho địa hình (hình 3.13). Thực tế để cho đơn giản có thể dùng các phương pháp gần đúng:

Tính bán kính cong theo các đường đồng mức :

$$R \approx \frac{s_0}{i_2 - i_1} = \frac{s_0}{\Delta i} \qquad (3.2.35)$$

Trong đó :

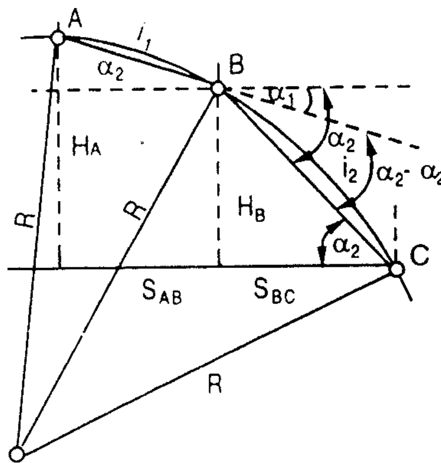
$s_0 = (s_1 + s_2)/2$;

s_1, s_2 - khoảng cách giữa ba đường đồng mức gần nhau;

i_1, i_2 - độ dốc giữa các điểm.

- Khi tính bán kính cong R theo mạng độ cao ô vuông (hình 3.14) theo công thức:

$$R \approx \frac{a}{i_2 - i_1} = \frac{a}{\Delta i}\ , \qquad (3.2.36)$$



Hình 3.13. Đường cong địa hình tối ưu.

Trong đó :

a - cạnh ô vuông.

Các công thức gần đúng trên tính được bán kính cong R với sai số khoảng 4%.

1 0,0360 2 0,0350 3 0,0325 4 0,0160 5
0.0370 Δi=-0,0030 0.0375 Δi=+0,0055 Δi=+0,0010 0.0370 Δi=+0,0255 Δi=-0,0025 0.0375 Δi=+0,0155 Δi=-0,0016 0.0090 Δi=+0,0070
10 0,0355 9 0,0370 8 0,0115 7 0,0075 6
Δi=+0,0015 Δi=-0,0255 Δi=-0,0040
0.0440 Δi=+0,0240 0.0260 Δi=+0,0110 0.0115 Δi=+0,0080 0.0060 Δi=+0,0030 0.0020 Δi=-0,0020
11 0,0175 12 0,0225 13 0,0060 14 0,0035 15
Δi=+0,0050 Δi=-0,0165 Δi=-0,0025
0.0200 0.0150 0.0035 0.0030 0.0040
20 0,0125 19 0,0140 18 0,0025 17 0,0045 16
Δi=+0,0015 Δi=-0,0115 Δi=+0,0020

Hình 3.14. Đường cong tối ưu xác định trên mạng ô vuông.

Đường cong quy hoạch địa hình tối ưu khi bán kính cong được chọn $R > R_{min}$. Vì vậy khi tính bán kính cong R_{min} phải thỏa mãn điều kiện

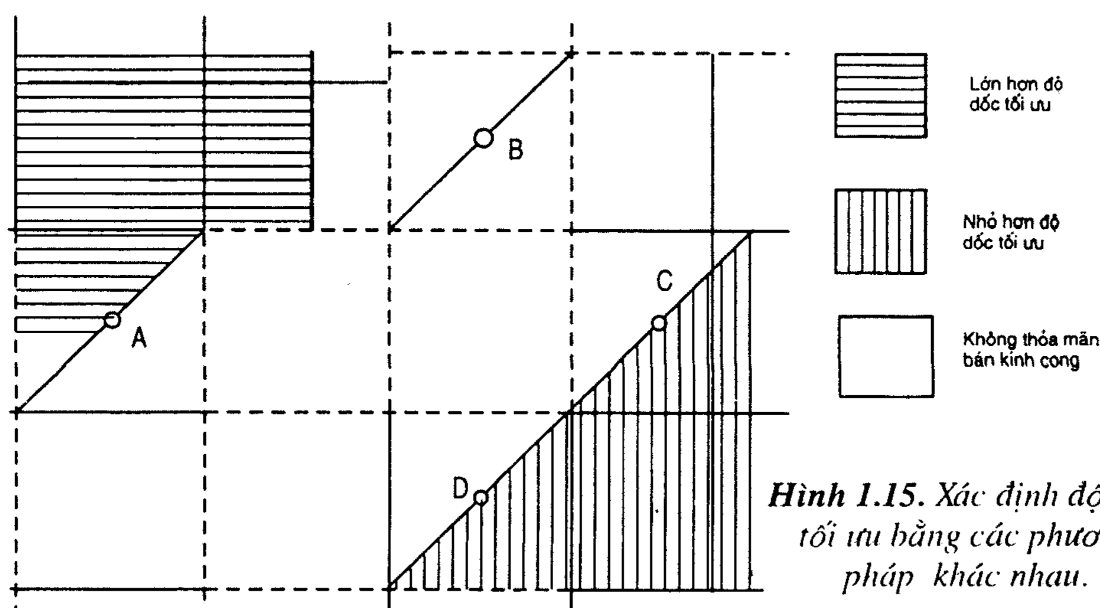
$$\Delta i \le \frac{s}{R_{min}} \qquad (3.2.37)$$

Trong quy hoạch đô thị, các trục đường giao thông chính phải thỏa mãn điều kiện $R_{min} = 5000m$. Khi s bằng 20m hoặc 40m sẽ tính được Δi_{max} tương ứng là 0,008 và 0,004.

Để xác định vị trí đường cong tối ưu trên bản đồ còn cần phải thỏa mãn biểu thức

$$\Delta i < \frac{s_0}{R_{min}} < \frac{s_1 + s_2}{2R_{min}} \quad (3.2.38)$$

Trên hình 3.15 là ranh giới khu đào đắp xác định tối ưu. Đối với khu vực địa hình phức tạp cần thực việc xác định ranh giới tối ưu theo các phương pháp khác nhau rồi, tìm đường trung bình giữa các phương pháp.



Hình 1.15. Xác định độ dốc tối ưu bằng các phương pháp khác nhau.

3.2.6. Phương pháp thiết kế quy hoạch đứng

Trong quy hoạch đứng áp dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện bài toán quy hoạch. Việc chọn phương pháp thích hợp phụ thuộc vào mức độ quan trọng của công trình, độ phức tạp của địa hình, giai đoạn đang thực hiện quy hoạch và các đặc trưng của yêu cầu kinh tế kĩ thuật.

Dựa theo phương pháp thực hiện thiết kế quy hoạch có các trường hợp sau :

1. Theo các phương pháp tính độ cao điểm thiết kế

Phương pháp này gồm có phương pháp giải tích, phương pháp đồ giải và phương pháp giải tích kết hợp với đồ giải.

(1) Phương pháp giải tích.

Khi thiết kế quy hoạch, độ cao các điểm thiết kế được xác định thông qua tính toán độ cao các điểm chi tiết đặc trưng. Bề mặt địa hình khu vực quy hoạch được sử dụng như nền, để giúp cho việc xác định độ cao điểm thiết kế. Phương pháp giải tích cho kết quả chính xác độ cao điểm thiết kế. Nhưng phương pháp này thực hiện rất lâu và mất nhiều công sức. Vì vậy nó thường dùng để kiểm tra so sánh với các phương pháp khác.

(2) Phương pháp đồ giải

Phương pháp này được đặc trưng bởi nhãn quan quy hoạch, khả năng sáng tạo, kinh nghiệm thiết kế của người thực hiện. Khi thiết kế quy hoạch người thiết kế sử dụng các dụng cụ trợ giúp như các đồ thị, các hình mẫu, các thước chuyên dụng... Hiệu quả nhất khi thực hiện thiết kế quy hoạch trên các bình đồ tỉ lệ lớn 1: 200, 1: 100 với đường đồng mức 0,25 - 0,20*m*.

(3) Phương pháp giải tích kết hợp với đồ giải

Phương pháp giải tích kết hợp với đồ giải là phương pháp hữu hiệu nhất. Khi thiết kế tổng thể thực hiện theo phương pháp giải tích. Bằng phương pháp giải tích để tính độ cao thiết kế các điểm đặc trưng và để kiểm tra các điểm cần thiết khi thiết kế theo phương pháp đồ giải.

2. Theo các phương pháp thể hiện độ cao các điểm thiết kế

Phương pháp này gồm có phương pháp dùng các mặt cắt dọc, mặt cắt ngang, phương pháp dùng các đường đồng mức và phương pháp ghi độ cao...

(1) Phương pháp dùng mặt cắt

Đây là phương pháp để thể hiện thiết kế quy hoạch thường áp dụng đối với các công trình hình tuyến như đường bộ, đường sắt, kênh mương, đường ống các loại...

(2) Phương pháp đường đồng mức.

Phương pháp này thường áp dụng khi thiết kế quy hoạch mặt bằng như các khu dân cư, quảng trường, khu công nghiệp...

Trong thiết kế quy hoạch đứng, độ cao hiện trạng được thể hiện dưới dạng các đường đồng mức đen, độ cao quy hoạch được thể hiện dưới dạng các đường đồng mức đỏ, là đường đồng mức thiết kế. Phương pháp này thường thực hiện khi thiết kế quy hoạch theo phương pháp giải tích kết hợp với đồ giải. Đường đồng mức đỏ thể hiện như phương tiện thể hiện độ cao thiết kế.

(3) Phương pháp ghi độ cao

Phương pháp này là ghi độ cao các điểm thiết kế và cao độ công tác lên bản vẽ quy hoạch. Phương pháp ghi độ cao áp dụng bổ sung cho phương pháp đường đồng mức, để tăng độ chính xác cho quá trình thiết kế, thi công. Nó thường được áp dụng khi thiết kế quy hoạch công trình đường sắt, khu công nghiệp và khu dân cư.

Trong quá trình thiết luôn phải đáp ứng các chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật. Yêu cầu trên được đáp ứng khi thỏa mãn các chỉ tiêu sau:

- Khối lượng đào đắp tối thiểu;
- Khối lượng đào bằng khối lượng đắp;
- Khối lượng và quãng đường vận chuyển đất đào đắp nhỏ nhất;
- Diện tích đất phải đào đắp nhỏ nhất;
- Lớp phủ bề mặt khu vực quy hoạch bị phá vỡ ít nhất.

Trong quá trình thiết kế quy hoạch có thể không đồng thời đáp ứng được tất cả các yêu cầu trên, khi đó người thiết kế phải tìm giải pháp tốt nhất có thể.

3.3. QUY HOẠCH ĐỨNG MẠNG ĐƯỜNG PHỐ

3.3.1. Mặt cắt dọc đường phố

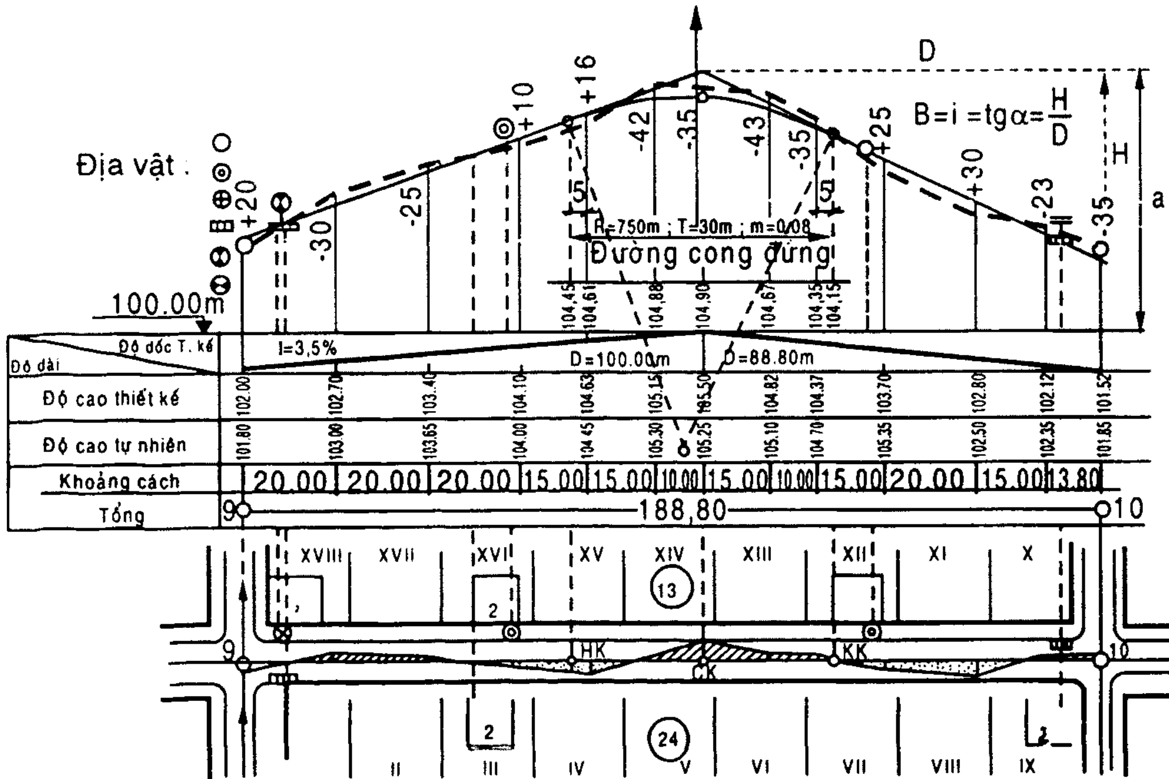
Mặt cắt đường phố có đủ các thông số kinh tế - kĩ thuật đặc trưng của đường phố. Mặt cắt dọc là hình chiếu đứng dọc theo tim đường lên mặt phẳng thẳng đứng. Tùy theo loại đường mà cần một hay nhiều mặt cắt dọc. Các đường phố chính có nhiều làn xe thì dọc theo tim mỗi làn đường có một mặt cắt dọc. Đôi khi còn thể hiện cả mặt cắt dọc theo hai đường đỏ của đường phố, nơi phân cách khu dân cư với đường phố.

Khi thành lập mặt cắt dọc đường phố cần thể hiện các nội dung:

- Địa hình hiện trạng dọc theo tim đường từ các tài liệu khảo sát trắc địa đã có với khoảng cao đều nhỏ hơn hoặc bằng 0,5*m*, hay từ các số liệu đo vẽ trực tiếp. Trên bản đồ địa hình độ cao hiện trạng được xác định theo phương pháp nội suy. Khi đo vẽ trực tiếp thường áp dụng phương pháp đo cao dọc tuyến để xác định độ cao. Từ số liệu mặt cắt dọc thu được, tiến hành vẽ mặt cắt (hình 3.16) với tỉ lệ chiều cao thường lớn gấp 10 lần chiều dài, đối với địa hình có độ dốc lớn thì tỉ lệ đó là 5 lần.

Tỉ lệ dọc 1: 1000

Tỉ lệ cao 1: 1000



Hình 3.16. *Mặt cắt dọc đường phố.*

- Độ cao hiện trạng được thể hiện trên mặt cắt dọc với độ chính xác tới *cm* với mực mầu đen và gọi là độ cao đen. Độ cao thiết kế thường thể hiện bằng mực mầu đỏ và gọi là độ cao đỏ.

- Chênh lệch giữa độ cao hiện trạng và độ cao thiết kế gọi là cao độ thi công. Cao độ thi công có dấu dương (+), đường đỏ thiết kế nằm trên đường đen, là nơi phải đắp thêm. Cao độ thi công có dấu âm (-), khi đường đỏ thiết kế nằm dưới đường đen, nơi phải đào.

- Trên mặt cắt dọc xác định vị trí và độ cao thiết kế nơi rẽ vào các khu dân cư, các nhà cao tầng, đường sắt, độ cao hệ thống thoát nước, đó là những địa vật có liên quan chặt chẽ tới công trình. Trên mặt cắt dọc còn thể hiện các đường cong đứng với độ dài tiếp tuyến, bán kính cong R, điểm đầu, điểm cuối. Khi xác định mặt cắt dọc còn thể hiện các thông số kĩ thuật cần thiết trong thiết kế quy hoạch độ cao của khu vực. Mặt cắt dọc hiện trạng có thể nằm ngang (khi độ dốc bằng không) hoặc nghiêng. Nhưng khi thiết kế

độ dốc nhỏ nhất được chọn là 0,2 - 0,5%. Đường phố nằm ngang tuyệt đối không bao giờ thiết kế. Tốt nhất độ dốc công trình được chọn sát với độ dốc hiện trạng của địa hình. Độ dốc đường phố có thể là các đoạn thẳng nghiêng, đường cong lồi hoặc đường cong lõm. Trong đoạn đường cong lõm chuyển động có tầm nhìn cũng như tạo cảnh quan kiến trúc tốt hơn so với đường cong lồi. Chỗ thấp nhất của đường cong lõm cần có hệ thống thoát nước.



Hình 3.17. Các dạng đường cong đứng.

- Đối với đường cong lồi, tầm nhìn của chuyển động và tạo cảnh quan kiến trúc không thuận lợi bằng đường cong lõm vì vậy khi thiết kế quy hoạch trên khu vực đỉnh của đường cong đứng thường đặt các đài kỉ niệm hoặc là trồng cây, hai bên dọc theo đường cong đứng là các công trình xây dựng, như vậy tạo cho tầm nhìn được tốt hơn và vận tốc của chuyển động cho phép lớn hơn. Khi thiết kế mặt cắt dọc cần lưu ý các thông số kĩ thuật như cấp hạng đường, vật liệu phủ bề mặt, vỉa hè, điều kiện thoát nước, phương tiện giao thông cũng như thiết kế quy hoạch kiến trúc xung quanh. Các yếu tố trên là cơ sở để xác định độ dốc, bán kính cong, độ sâu đào đắp cũng như phương pháp áp dụng ở những chỗ giao nhau của đường phố.

3.3.2. Xác định độ dốc thiết kế

Căn cứ vào điều kiện địa hình, phương tiện chuyển động, hệ thống thoát nước, dạng công trình kiến trúc của khu dân cư để xác định độ dốc của đường phố. Nó thường có giá trị từ 0,5-12%. Đối với đường có độ dốc nhỏ hơn 0,5% sẽ gặp khó khăn trong việc thoát nước. Khi độ dốc đường lớn hơn 12% sẽ gây khó khăn cho phương tiện chuyển động. Khi đường phố có độ dốc lớn hơn 15% thì phải xây dựng các dốc có bậc. Đối với các trục chính và các đại lộ độ dốc phải nhỏ hơn 6%, đường trong khu dân cư phải nhỏ hơn 8%. Đối với các đường phố nội bộ độ dốc đến 12% .

Trên cơ sở độ dốc người ta phân hạng đường phố như sau:

- Đường phố hạng I độ dốc < 3,5%;

- Đường phố hạng II độ dốc < 4,5% ;

- Đường phố hạng III độ dốc < 5,0%;

- Đường phố hạng IV độ dốc < 6 ,0%;

- Đường phố hạng V độ dốc < 8,0%.

Đối với nông thôn, đường chính có độ dốc < 5%, đường nội bộ có độ dốc < 6%, đường phụ có độ dốc < 8%.

Độ dốc lớn nhất của đường còn phụ thuộc vào vật liệu lớp thảm mặt đường :

- Đường đá có độ dốc < 8%;

- Đường bê tông có độ dốc < 6%;

- Bê tông nhựa có độ dốc < 5%;

- Đường đá nhựa có độ dốc < 3%.

Khi quy hoạch đứng, cần dựa vào các tiêu chuẩn dưới đây để thực hiện.

1. Độ dốc đường tính theo tiêu chuẩn thoát nước

Để thoát nước bề mặt được tốt, độ dốc mặt đường cần lớn hơn 0,5%. Trong trường hợp đặc biệt độ dốc có thể lấy đến 0,3%. Độ dốc tối đa nhỏ hơn 6%. Khi độ dốc lớn hơn 6% phải có vật liệu phủ để chống xói mòn bề mặt.

2. Độ dốc đường tính theo tiêu chuẩn đảm bảo an toàn giao thông

Đối với các phương tiện chuyển động, đường nằm ngang không có độ dốc là tốt nhất, đường có độ dốc càng lớn càng giảm hiệu suất của động cơ và nguy hiểm cho chuyển động. Đối với đường có độ dốc trên 3% sẽ làm giảm hiệu suất động cơ của các chuyển động. Khi độ dốc lớn trên 3% thì cứ tăng 1% độ dốc hiệu suất động cơ của chuyển động giảm 20% khi đi lên và 10% khi đi xuống. Đối với những đoạn đường có độ dốc quá lớn để đảm bảo cho an toàn giao thông và thuận tiện cho các phương tiện chuyển động phải hạ thấp độ cao thiết kế.

Ví dụ: xe chạy trên mỗi đoạn đường phố dài 100*m* với độ dốc 4% chi phí cho chuyển động khi đi lên tương ứng với độ dài 120*m*, đi xuống tương ứng với độ dài 110*m*. Với đường phố có độ dốc 8% cứ mỗi đoạn độ dài 100*m* khi đi lên dốc tương ứng với độ dài 200*m*. Khi đi xuống tương ứng với độ dài 150*m*..

Cụ thể:

$S_{lên} = 100 + (8\% - 3\%).20 = 200m;$

$S_{xuống} = 100 + (8\% - 3\%).10 = 150m.$

Vì vậy, đối với các đường phố chính độ dốc thiết kế không lên vượt quá 3%.

3. Độ dốc đường tính theo điều kiện xây dựng công trình

Điều kiện thuận lợi nhất để bố trí các công trình xây dựng là đường phố có độ dốc bằng không. Độ dốc tối đa cho phép phụ thuộc vào độ cao của tầng ngầm, trong điều kiện khác, đó là độ sâu của móng công trình. Độ dốc tối đa đường phố tính theo điều kiện xây dựng công trình :

$$S_{max} = \frac{H_{max} - H_{min}}{i_{max}} \times 100 \qquad (3.3.1)$$

hay

$$i_{max} = \frac{H_{max} - H_{min}}{S_{max}} \times 100 \qquad (3.3.2)$$

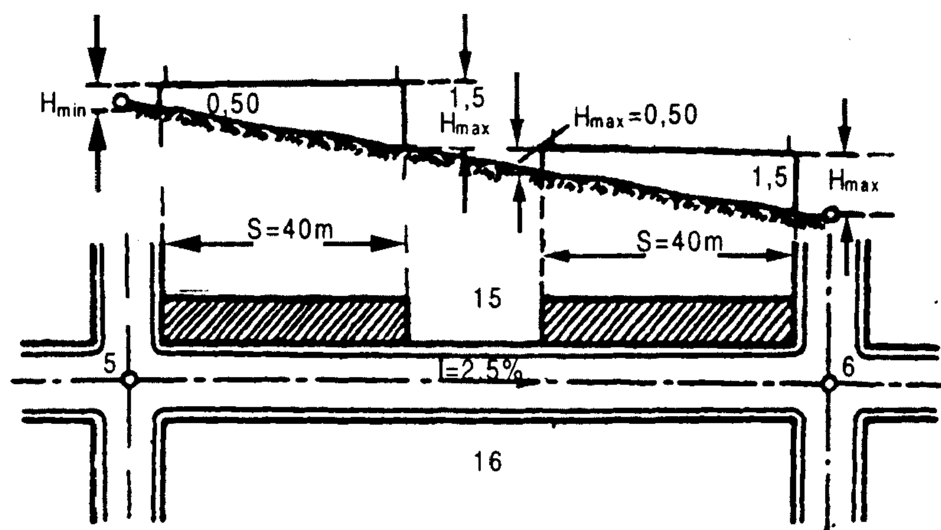
Trong đó :

S_{max} - độ dài tối đa của công trình xây dựng;

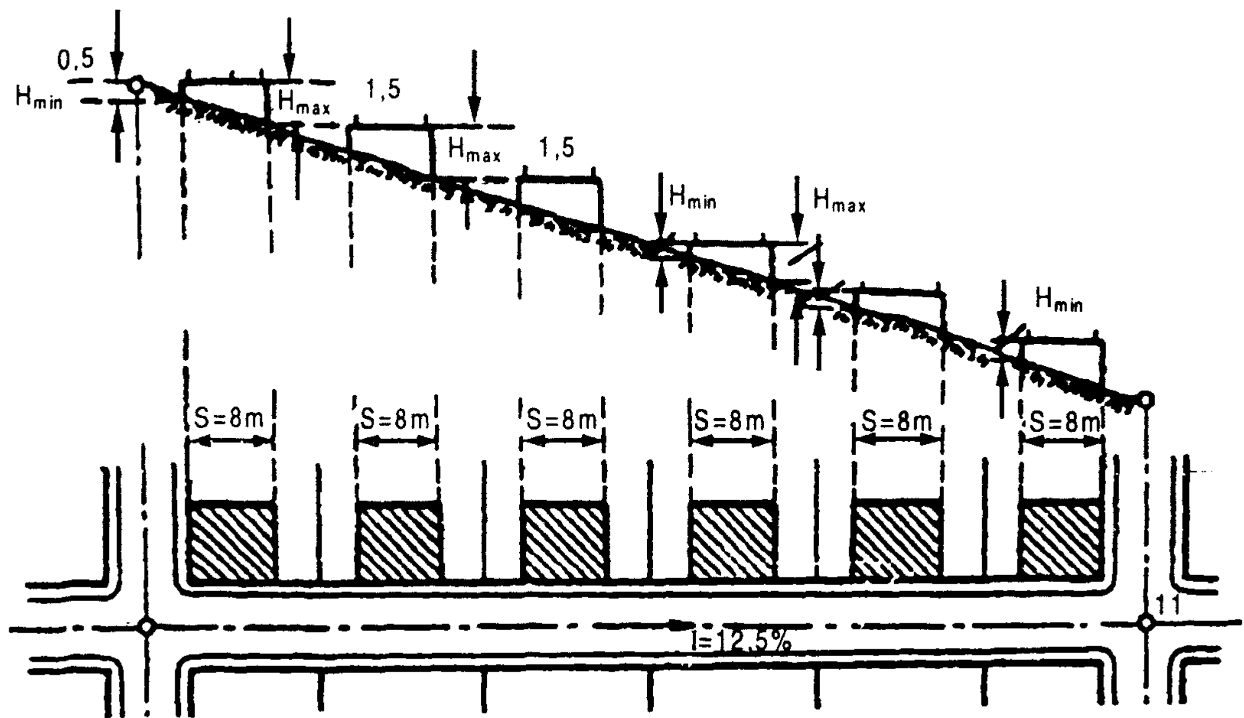
H_{min} - độ cao tối thiểu từ cốt 0,0 tới mặt đất;

H_{max} - độ cao tối đa từ cốt 0,0 tới mặt đất.

Ví dụ : công trình có độ dài tối đa S =40*m*, độ cao H_{min} = 0,5*m*, H_{max} = 1,5*m* thì độ dốc tối đa của đường phố là 2,5% (hình 3.18).



Hình 3.18,a. *Sơ đồ tính độ dốc đường phố.*



Hình 3.18,b. Sơ đồ tính độ dốc đường phố.

Khi S = 8*m*, độ cao H_{min} = 0,5*m*, H_{max} = 1,5*m* thì độ dốc tối đa của đường phố là 12,5%.

Như vậy khi thiết kế quy hoạch độ dốc tối ưu của đường phố phải thỏa mãn tất cả các điều kiện trên nếu có thể.

3.3.3. Thiết kế độ cao mặt cắt dọc đường phố

Độ cao mặt cắt dọc đường phố được thiết kế theo phương pháp đồ giải, giải tích hoặc đồ giải kết hợp với giải tích.

1. Phương pháp đồ giải :

Thiết kế kế độ cao mặt cắt dọc trên bản vẽ là một quá trình sáng tạo, sao cho độ cao mặt cắt dọc thiết kế phù hợp với địa hình xung quanh. Trong quá trình thiết kế phải đáp ứng bốn yêu cầu cơ bản sau:

- Đảm bảo sự hài hoà, liên tục với không gian địa hình xung quanh;
- Đảm bảo an toàn, thuận tiện cho các phương tiện giao thông và người đi bộ;
- Thỏa mãn các yêu cầu kĩ thuật của các công trình xây dựng xung quanh;
- Đạt hiệu quả kinh tế kĩ thuật; chi phí xây dựng quy hoạch nhỏ nhất.

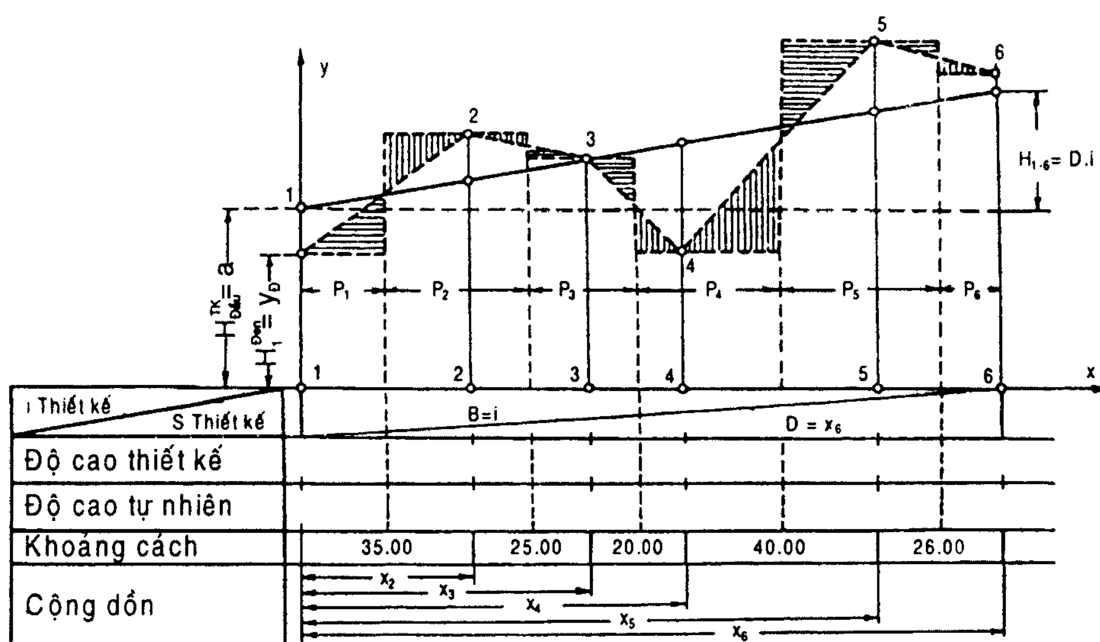
Độ cao mặt cắt dọc được thiết kế sao cho luôn bám sát mặt đất hiện trạng. Đó là điều kiện tốt nhất để thoát nước mặt. Đồng thời đáp ứng việc đi

vào các lối rẽ hai bên đường. Thông thường độ cao tim đường thấp hơn 0,05 - 0,10*m* so với nền nhà các công trình hai bên đường.

2. Phương pháp giải tích :

Khi thiết kế độ cao mặt cắt dọc của tim đường theo phương pháp giải tích, áp dụng nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất để thực hiện. Trình tự thực hiện như sau.

Trên mặt cắt dọc xác định hệ toạ độ cục bộ. Trục OX trùng với đường khoảng cách ngang. Trục OY trùng với đường độ cao. Điểm đầu có toạ độ $X_{đầu} = 0$, toạ độ Y bằng cao độ hiện trạng $H^{d}_{đen}$, $Y_{đầu} = H^{d}_{đen}$ (hình 3.1.9).



Hình 3.19. Thiết kế mặt cắt dọc theo phương pháp giải tích.

Đường thẳng mặt cắt dọc thiết kế có dạng

$$y = a + i.b \quad (3.3.3)$$

hoặc

$$H^{tk}_{đầu} = a + bx_i \quad (3.3.4)$$

Độ cao làm việc

$$h_i = v_i$$

Trong đó : v_i gọi là số hiệu chỉnh và tính theo công thức :

$$v_i = h_i = H^{đỏ}_i = H^{đen}_i \quad (3.3.5)$$

Phương trình số hiệu chỉnh có dạng :

$$v_i = a + b.x_i - y_i \quad (3.3.6)$$

Khi giải hệ phương trình trong điều kiện tổng bình phương số hiệu chỉnh là nhỏ nhất lập được hệ phương trình chuẩn có dạng

$$n.a + [x] b - [y] = 0$$

$$[x].a + [x.x]b - [x.y] = 0 \quad (3.3.7)$$

Giải hệ phương trình chuẩn 3.3.7 tìm được các hệ số của đường thẳng cần thiết kế

$$a = \frac{[x.x][y]-[x][xy]}{n[xx]-[x]^2} = H_1^{đỏ}$$

$$b = \frac{n[xy]-[x][y]}{n[xx]-[x]^2} = i \quad (3.3.8)$$

Để kiểm tra việc giải hệ phương trình chuẩn, tính :

$$[v] = 0; [xy] = 0. \quad (3.3.9)$$

Từ hệ số a, b tính ở trên, vẽ được đường đỏ trên mặt cắt dọc.

Để có khối lượng đào đắp nhỏ nhất, vận chuyển ít nhất cần phải tính độ cao trung bình của các điểm hiện trạng theo công thức

$$P_i = \frac{x_i - x_{i-i}}{2} + \frac{x_{i+1} - x_i}{2} = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2} \quad (3.3.10)$$

Như vậy từ độ cao H_i^{den} của các điểm trên mặt cắt dọc tính được các trị trọng số P_i. Để tìm được phương trình đường đỏ có khối lượng đào đắp nhỏ nhất phải giải hệ phương trình chuẩn trong điều kiện [pvv] = min.

Trong trường hợp này hệ phương trình chuẩn có dạng :

$$[p]a + [px]b - [py] = 0$$

$$[px]a + [pxx]b - [pxy] = 0 . \quad (3.3.11)$$

Giải hệ phương trình chuẩn 3.3.11 tìm được các hệ số của đường thẳng khi khối lượng dào đắp nhỏ nhất :

$$a = \frac{[pxx][y]-[px][pxy]}{[p][xx]-[px]^2} = H_1^{đỏ}$$

$$b = \frac{[p][pxy]-[px][py]}{[p][xx]-p[x]^2} = i \quad (3.3.12)$$

Để kiểm tra, tính :

$$[pv] = 0; [pxv] = 0 \quad (3.3.13)$$

Độ lệch của đường độ cao thiết kế lệch so với đường độ cao hiện trạng tính theo công thức :

$$m = \pm\sqrt{\frac{[vv]}{n-t}} \quad (3.3.14)$$

Trong đó :

n - số điểm độ cao;

t - số ẩn số.

Khi địa hình phức tạp, đường cao độ đen của mặt cắt dọc là đường gãy khúc, độ dốc trên mặt cắt dọc thay đổi nhiều (hình 3.20), thì đường cao độ thiết kế cũng nên chọn là đường gãy khúc, để đường đỏ được bám sát địa hình hiện trạng.

Theo hình 3.20 viết được các phương trình số hiệu chỉnh có dạng

$$v_i = a_1 + x_i b_1 - y_i$$
$$v_j = a_1 + x_5 b_1 + (x_j - x_5) b_2 - y_j$$
$$v_k = a_1 + x_5 b_1 + (x_9 - x_5) b_2 (x_k - x_9) b_3 - y_k \quad (3.3.15)$$

Trong đó :

i, j, k là số điểm của các đoạn thẳng có độ b_1, b_2 và b_3 tương ứng trên hình (3.20);

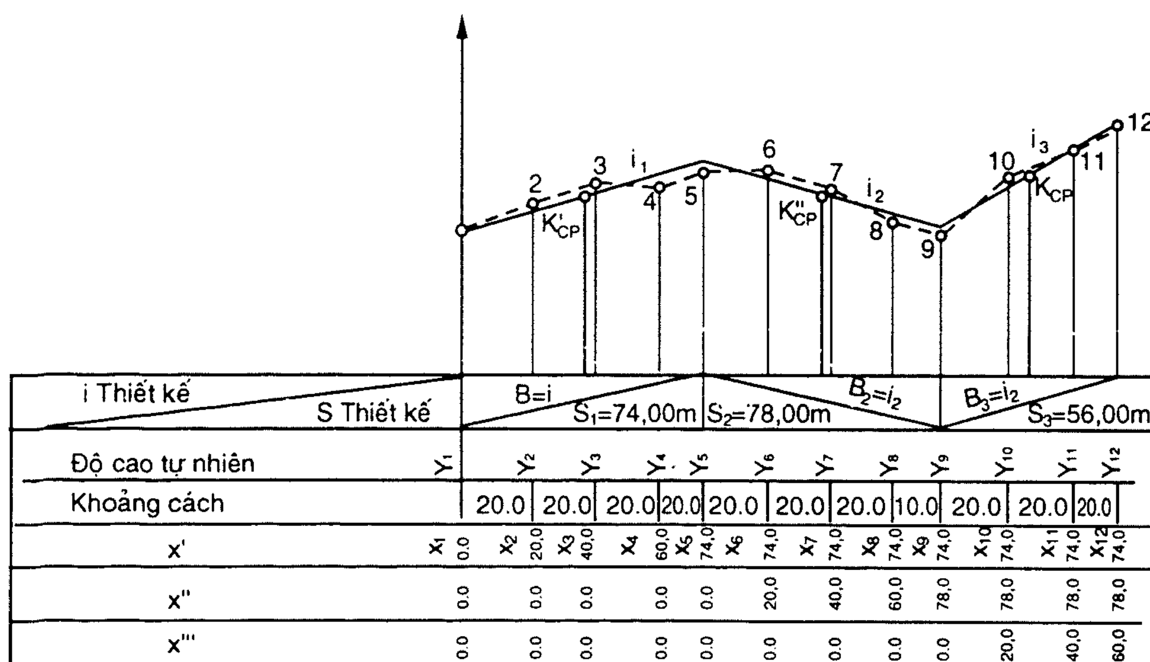
$$i = 1 - 5; j = 6 - 9; \quad k = 10 - 12.$$

Hệ phương trình trên có bốn ẩn số là a, b_1, b_2 và b_3 . Để khối lượng đào đắp là tối thiểu, khi giải hệ phương trình phải thỏa mãn điều kiện

$$[pvv] = \min \quad (3.3.16)$$

Sau khi biến đổi hệ phương trình số hiệu chỉnh nhận được hệ phương trình chuẩn có dạng

$$[p]a + [px'] b_1 + [px'']b_2 + [px''']b_3 - [py] = 0$$
$$[px']a + [px'x'] b_1 + [px''x']b_2 + [px'''x']b_3 - [pyx'] = 0$$
$$[px'']a + [px'x''] b_1 + [px''x'']b_2 + [px'''x'']b_3 - [pyx''] = 0$$
$$[px''']a + [px'x'''] b_1 + [px''x''']b_2 + [px'''x''']b_3 - [py'''] = 0 \quad (3.3.17)$$



Hình 3.20. Đường đỏ gãy khúc thiết kế theo phương pháp giải tích.

Trong đó :

p_i , p_j và p_k tính theo công thức (3.3.10);

$x'_i \ = x_i$

$x'_j \ = (x_j - x_5)$

$x'_k \ = (x_k - x_5)$

$x''_i \ = 0$

$x''_j \ = x_j$

$x''_k \ = (x_k - x_9)$

$x'''_i = x'''_j = 0$

$x'''_k = (x_k - x_9)$

y_i, y_j và y_k là độ cao thiết kế của các điểm i, j và k tương ứng.

Khối lượng đào đắp tính ở trên bằng không khi mặt đường có độ dốc theo mặt cắt ngang không đổi hoặc bằng không.

3. Thiết kế mặt cắt dọc theo phương pháp đồ giải - giải tích:

Trong phương pháp đồ giải kết hợp với giải tích việc thiết kế mặt cắt dọc dựa trên cơ sở :

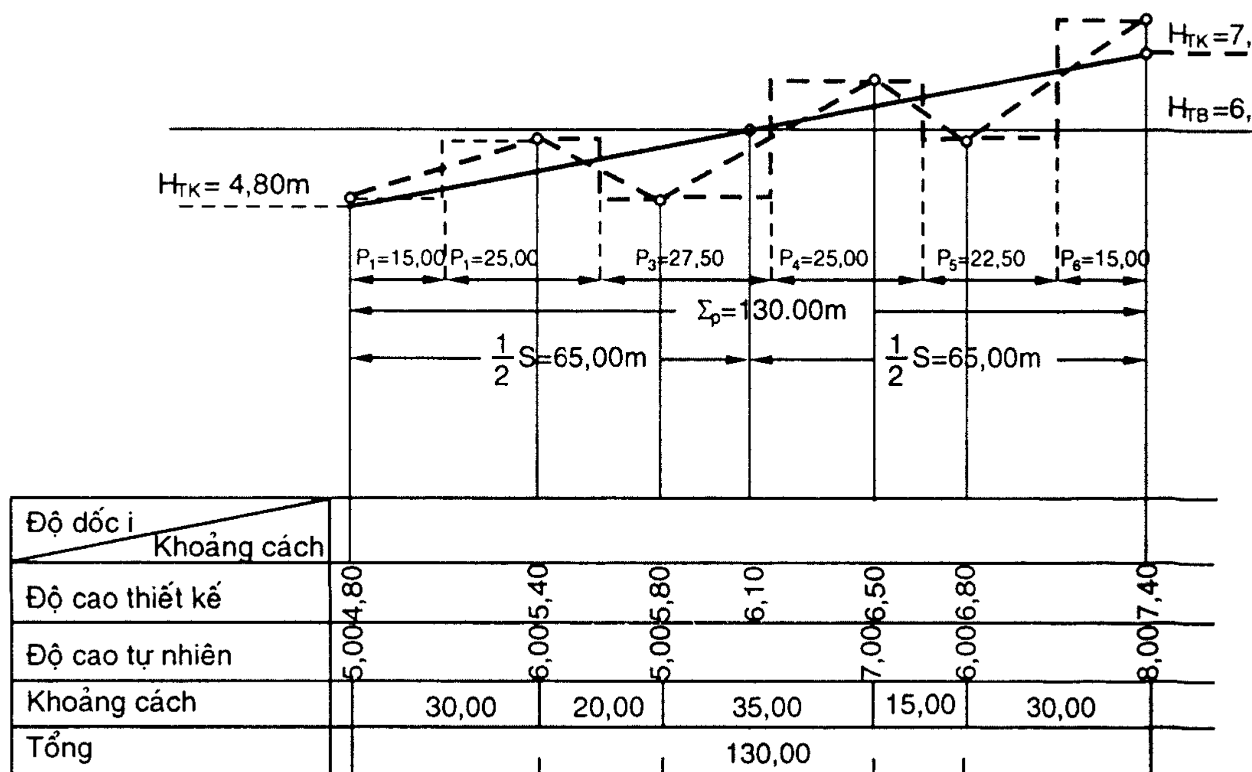
- Phương trình chuẩn đầu tiên của hệ phương trình có độ dốc cho bằng không, $b_1 = 0$ (hình 3.21). Khi đó tính được:

$$a = [py] : [p] \tag{3.3.18}$$

hay là độ cao thiết kế của điểm đầu :

$$H^{đỏ}_{đầu} = [p_i H_i^{đen}] : [p_i] \tag{3.3.19}$$

Trong đó : i = 1 - n



Hình 3.21. *Thiết kế đường đỏ của mặt cắt dọc theo phương pháp đồ giải kết hợp với giải tích.*

Điều đó thể hiện đường mặt cắt dọc thiết kế khi nằm ngang có khối lượng đào đắp bằng không.

Nếu điểm giữa của mặt cắt dọc có cao độ thiết kế bằng độ cao tính theo (3.3.19) là $H^{đỏ}_{đầu}$, thì tất cả các đường thẳng của mặt cắt dọc thiết kế đi qua điểm đó với mọi độ dốc khác nhau sẽ đều có khối lượng đào đắp bằng không. Mặt cắt dọc thiết kế tối ưu sẽ được chọn theo phương pháp đồ giải trên cơ sở xoay cho đường thẳng đi qua điểm giữa có cao độ thiết kế $H^{đỏ}_{đầu}$, rồi chọn đường thẳng có độ dốc i^{tk}, khi đó đường thiết kế bám sát địa hình nhất.

Theo số liệu trên hình 3.21 tính được :

$$H^{đỏ}_{đầu} = [p_i H_i^{đen}] : [p_i] = 6,10m.$$

Đường thẳng được chọn có độ dốc i = 0,02.

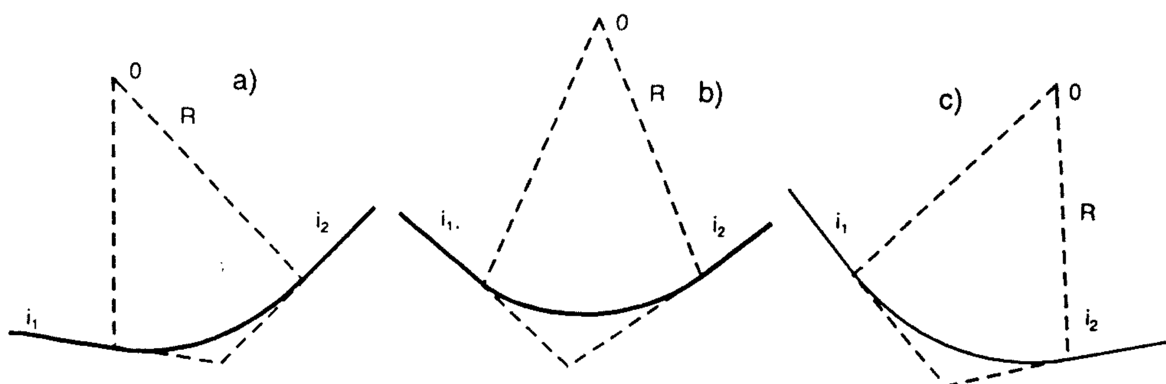
Cũng theo phương pháp trên, để thiết kế đối với mặt cắt dọc là đường gãy khúc (hình 1.20) sẽ chọn được các độ dốc tương ứng i_1, i_2 và i_3.

3.4. THIẾT KẾ QUY HOẠCH ĐƯỜNG CONG ĐỨNG

3.4.1. Dạng đường cong đứng

Tại những nơi thay đổi độ dốc, để cho chuyển động được tốt phải bố trí các đường cong đứng. Đường cong đứng có hai loại đó là đường cong lồi và đường cong lõm (hình 3.22) và (hình 3.23).

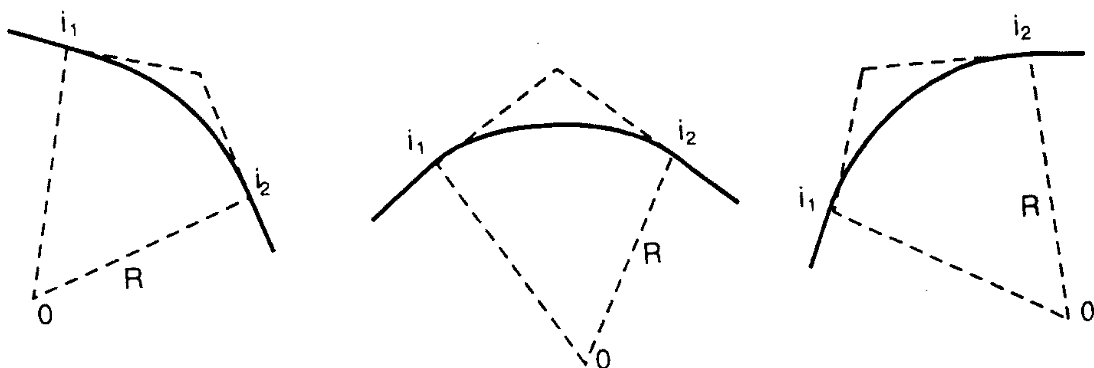
Khi phương tiện chuyển động vào đoạn đường cong đứng thì ma sát bị giảm, tầm nhìn bị hạn chế. Các yếu tố trên phụ thuộc vào bán kính cong của đường cong. Khi thiết kế đường cong phải xác định bán kính cong thích hợp để đảm bảo an toàn và đủ tầm nhìn cho chuyển động.



Hình 3.22. Đường cong lõm.

1. Bán kính đường cong lõm

Khi xe đi vào đoạn đường cong lõm sẽ bị tác động của lực ly tâm (hình 3.24). Lực này phụ thuộc vào bán kính đường cong và vận tốc của chuyển động. Lực ly tâm được xác định sao cho nó không gây nguy hiểm cho các chuyển động.



Hình 3.23. Đường cong lồi.

Lực ly tâm tính theo công thức

$$\delta = \frac{V^2}{R} \qquad (3.4.1)$$

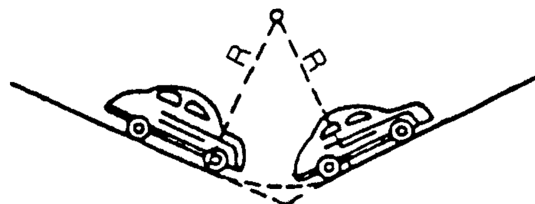
Trong đó :

δ - lực ly tâm;

V - vận tốc của xe;

R - bán kính đường cong .

Vận tốc của xe quy định theo cấp đường. Từ đó tính ra bán kính cho phép của đường cong ở bảng 3.5.



Hình 3.24. Sơ đồ chuyển động trong đường cong lõm.

Bảng 3.5. Bán kính tối thiểu đường cong đứng.

Loại đường	Độ dốc	Bán kính tối thiểu đường cong đứng	
		Đường cong lồi (m)	Đường cong lõm (m)
Đường cao tốc	≥ 0,5%	10 000	2 000
Đường phố chính	≥ 0,7%	6 000	1 500
Đường khu vực	≥ 1,0%	4 000	1 000
Đường vận tải	≥ 0,7%	6 000	1 500
Đường nội bộ	≥ 1,5%	2 000	500

2. Bán kính đường cong lồi:

Khi đi vào đường cong lồi xe bị hạn chế tầm nhìn (hình 3.25).

Từ khoảng cách tầm nhìn giới hạn D xác định bán kính cong:

$$R^2 = D^2 + (R - h)^2 \qquad (3.4.2)$$

Bán kính cong tối thiểu của đường cong lồi tính theo công thức:

$$R_{min} = \frac{D^2 + h^2}{2h} \qquad (3.4.3)$$

Khi ngồi trong xe con, thường lái xe nhìn thấy đỉnh đường cong ở độ cao h = 1,2*m*. Bán kính cong tối thiểu trong trường hợp này :

$$R_{min} = \frac{D^2 + 1,44}{2,40} \approx \frac{D^2}{2,40} \qquad (3.4.4)$$

Tầm nhìn xác định theo công thức

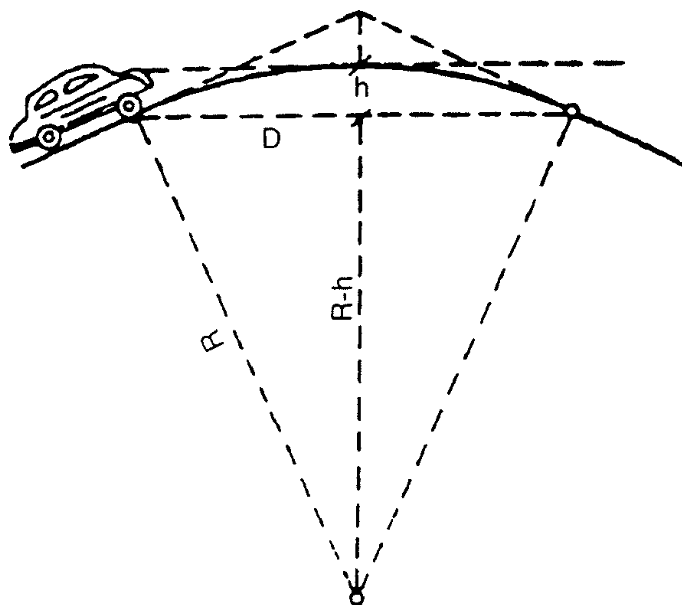
$$D = \frac{V}{3,6} + \frac{V^2 \varphi}{254(\varphi^2 \pm i^2)} + 5 \qquad (3.4.5)$$

Trong đó :

V- vận tốc xe tính theo *km/h;*

φ- hệ số ma sát, lấy bằng 0,20;

i- độ dốc đường cong.



Hình 3.25. *Xác định tầm nhìn trong đường cong đứng.*

Bảng 3.6. Tầm nhìn tối thiểu theo tiêu chuẩn Việt Nam 20TCN -104-83

Loại đường	Tầm nhìn tối thiểu *(m)*	
	Đường một chiều	Đường hai chiều
Đường cao tốc	175	350
Đường phố chính cấp I	140	280
Đường phố chính cấp II	100	200
Đường khu vực	100	200
Đường vận tải	100	200
Đường khu nhà ở	75	150
Đường khu công nghiệp	75	150
Ngõ phố	40	80

Bán kính cong tối thiểu trong trường hợp tổng quát tính theo công thức :

$$R_{min} = \frac{D^2 + h^2}{2h} \qquad (3.4.6)$$

3.4.2. Vị trí đường cong đứng và đường cong bằng

Đường cong đứng đã được trình bày ở các phần trên. Trong mục này chúng ta sẽ xác định dạng đường cong và vị trí thích hợp trong khi thiết kế quy hoạch đường phố. Tùy theo điều kiện địa hình mà vị trí đường cong đứng nằm cùng vị trí với đường cong bằng hay không (đường cong nằm ngang). Khi thiết kế phải đảm bảo yêu cầu về an toàn giao thông cho các phương tiện chuyển động với vận tốc tối đa có thể. Trong tương quan vị trí với đường cong bằng có các dạng đường cong sau:

1. Kết hợp đối xứng

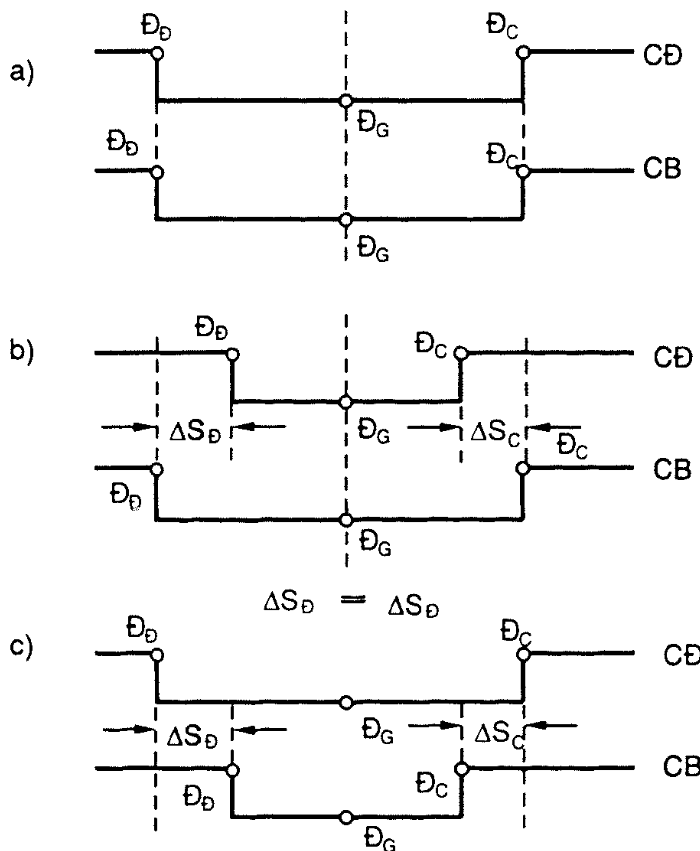
Trong các dạng đường cong đứng bố trí đồng thời cùng vị trí với đường cong bằng có các dạng:

- Đối xứng (hình 3.26,a);

- Đối xứng nhưng đường cong đứng nằm trong đường cong bằng (hình 3.26,b);

- Đối xứng nhưng đường cong bằng nằm trong đường cong đứng (hình 3.26,c).

Đối với dạng đường cong đứng và đường cong bằng đối xứng có cùng điểm đầu và điểm cuối hoặc các điểm này cách nhau không đáng kể, khi lái xe vào đoạn đường này tài xế có cảm giác đường cong bị gấp khúc ít hơn và cảm thấy thoải mái hơn. Khi đi vào đoạn đường mà đường cong bằng và đường cong đứng nằm phủ nhau như trường hợp 3.26,b và 3.26,c tài xế cảm thấy đường cong gãy khúc hơn, có cảm giác không ổn định, kém thoải mái.



Hình 3.26 a, b, c. Bố trí đối xứng đường cong đứng và đường cong bằng.

$C_Đ$ - cong đứng

C_B - cong bằng

$Đ_Đ$ - điểm đầu

$Đ_G$ - điểm giữa

$Đ_C$ - điểm cuối

$\Delta S_Đ$ - lệch đầu

ΔS_C - lệch cuối

$\Delta S_đ$ - lệch cong đứng

ΔS_B - lệch cong bằng

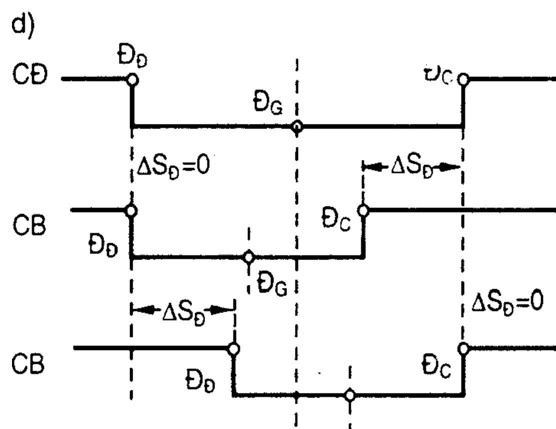
2. Kết hợp không đối xứng

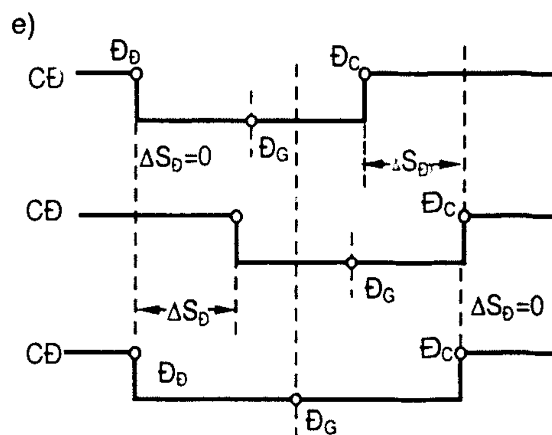
Khi đường cong đứng và đường cong bằng bố trí không đối xứng có các dạng sau:

- Không đối xứng một phía của đường cong (hình 3.26,d) và (hình 3.26,e);

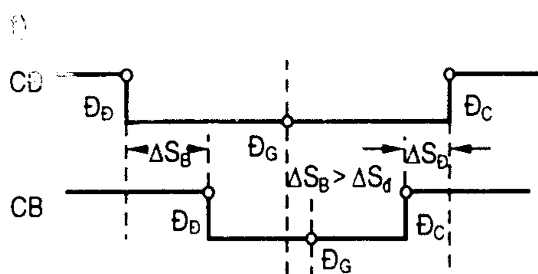
- Không đối xứng và đường cong này phủ lên đường cong kia (hình 3.26,f) và (hình 3.26,i);

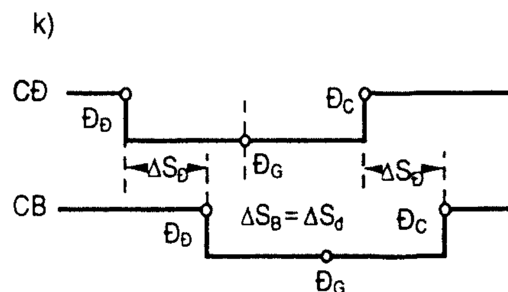
Không đối xứng và đường cong này lệch khỏi đường cong kia (hình 3.26,k) và (hình 3.26,m).

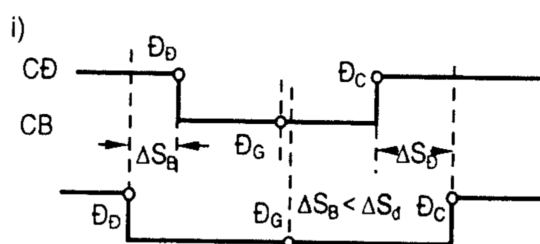


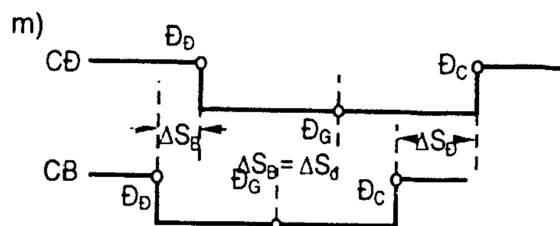


Hình 3.26 đ, e. *Đường cong đứng và đường cong bằng không đối xứng một phía.*









Hình 3.26,f,i. *Đường cong đứng và đường cong bằng phủ nhau nhưng không đối xứng*

Hình 3.26,k, m. *Đường cong đứng và đường cong bằng không đối xứng và lệch khỏi nhau*

Đối với đường cong không đối xứng, khi đường cong đứng nằm ngoài đường cong nằm sẽ ngây cho lái xe bị mất tầm nhìn, cảm giác bị bật ra khỏi mặt đường mặc dù thực tế không phải như vậy. Đối với đường cong không đối xứng và bố trí lệch nhau sẽ cho lái xe cảm giác cong ngược lại. Cảm giác này rất nguy hiểm vì thường bị đi lấn vào phần đường bên kia, vì vậy nên tránh bố trí đường cong dạng này.

3.4.3. Thiết kế quy hoạch đường cong đứng tối ưu

Đường cong đứng được thiết kế trên mặt cắt dọc của đường phố là tối ưu khi thỏa mãn các yêu cầu:

- Bán kính đường cong lõm R > 3000*m;*

- Bán kính đường cong lồi R > 6000*m;*

- Bán kính đường cong lõm R>3000*m*, bán kính đường cong bằng R>600*m;*

- Bán kính đường cong lồi R>6000*m*, bán kính đường cong bằng R>600*m*.

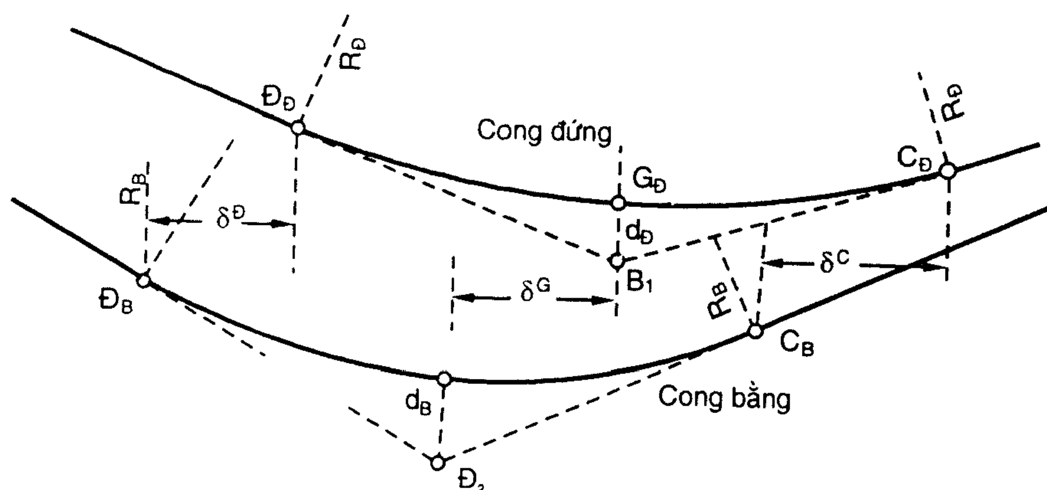
Đường cong đứng khi được bố trí đồng thời với đường cong bằng được đặc trưng bằng các thông số sau:

- Độ dài của các đường cong;

- Độ lớn của các bán kính cong;

- Độ lệch của các điểm đầu, các điểm giữa và các điểm cuối các đường cong.

Các thông số đặc trưng cho các đường cong khí bố trí đồng thời là (hình 3.27):



Hình 3.27. *Sơ đồ tính thông số đường cong.*

- Độ lệch điểm đầu, điểm giữa và điểm cuối của đường cong đứng và đường cong bằng là $\delta_Đ$, δ_G, và δ_C;

- Hệ số độ phủ lệch giữa hai đường cong K_P;

- Tỉ số độ dài của hai đường cong K_S;

- Tỉ số của hai bán kính cong K_R.

Hai đường cong được bố trí thuận lợi nhất cho sử dụng khi các thông số trên thỏa mãn các yêu cầu sau :

- $\delta_Đ = \delta_G = \delta_C$ và tiến tới không. (3.4.7)

- Hệ số độ phủ lệch :

$$K_P = \frac{\delta_G}{S_{bằng}} \to 0 \quad (3.4.8)$$

- Tỉ số độ dài của hai đường cong :

$$K_S = \frac{S_{đứng}}{S_{bằng}} \to 0 \quad (3.4.9)$$

- Tỉ số của hai bán kính cong K_R :

$$K_R = \frac{R_{đứng}}{R_{bằng}} > 1 \quad (3.4.10)$$

Khi thiết kế quy hoạch mặt cắt dọc của đường có các dạng đường ở bảng 3.7.

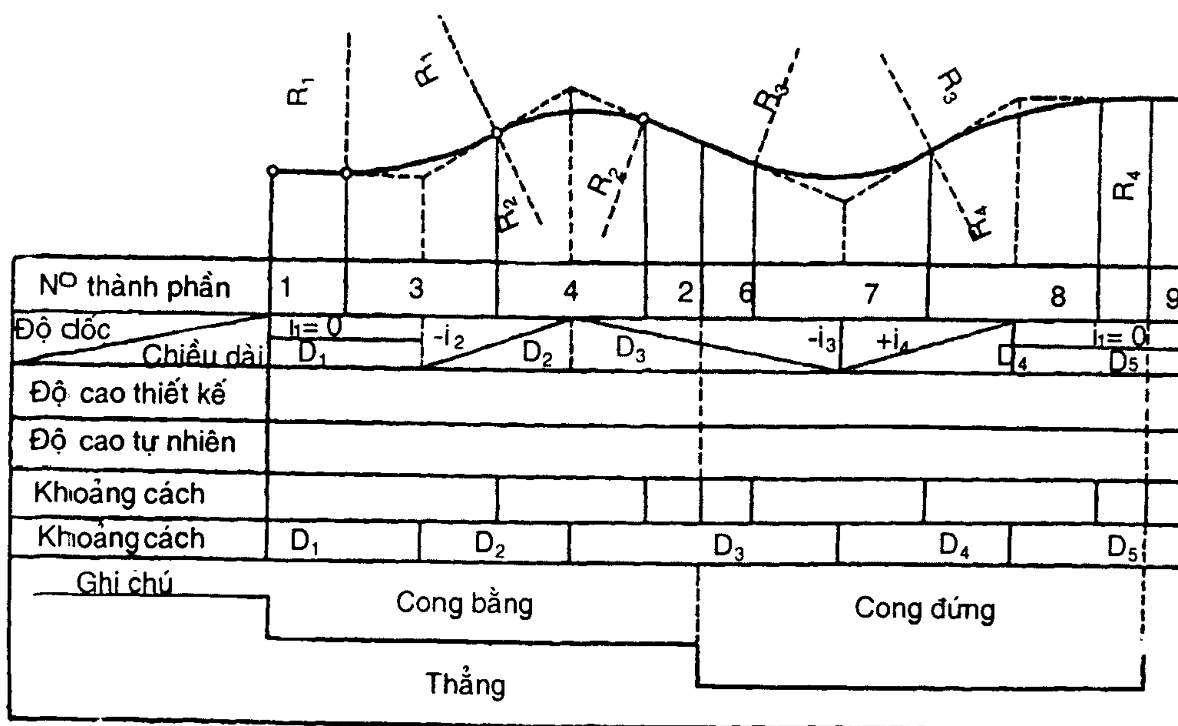
Bảng 3.7. Dạng đường trên mặt cắt dọc.

No	Mặt cắt dọc	Dạng đường	Loại đường
1	2	3	4
1		Đường thẳng	Đường thẳng bằng
2		Đường thẳng	Đường thẳng nghiêng
3		Đường cong một phương	Đường cong đứng lõm
4		Đường cong một phương	Đường cong đứng lồi

Bảng 3.7 **(tiếp theo)**

1	2	3	4
5		Đường cong một phương	Không có đường cong đứng
6		Đường cong không gian	Đường cong có độ dốc không đổi
7		Đường cong không gian	Đường cong không gian lõm
8		Đường cong không gian	Đường cong không gian lồi

Trên cơ sở dạng của đường cong đã xác định để tính các yếu tố chính của đường cong (hình 3.28).



Hình 3.28. Các yếu tố chính của đường cong đứng.

3.4.4. Thiết kế rãnh dọc đường phố

Đối với đường nằm trên mặt bằng hay là có độ dốc không đáng kể i <0,005, trường hợp đặc biệt i<0,003, thì khi thiết kế mặt cắt dọc của rãnh dọc thoát nước phải đảm bảo cho việc thoát nước mặt đường phố theo đường răng cưa. Thông thường vỉa hè cao hơn đáy rãnh thoát nước dọc là 0,18 - 0,20*m* (hình 3.29).

Khi thiết kế rãnh thoát nước dọc phải đảm bảo sao cho đường đồng mức của mặt cắt ngang đường phố giữ đúng hình dạng thiết kế cho đến cách bờ đường 1*m*. Khi thiết kế đường thoát nước theo rãnh răng cưa thì chênh lệch độ cao bé nhất giữa bó vỉa và đáy rãnh là nơi có mặt cắt ngang bình thường, nơi có chênh cao lớn nhất là tại các hố ga thu nước. Khi thiết kế phải đảm bảo mặt cắt ngang ít bị thay đổi nhất để đảm bảo cho giao thông trên mặt đường ít bị ảnh hưởng.

Hình 3.29. *Mặt cắt dọc rãnh thoát nước.*

Cần phải xác định khoảng cách giữa các hố ga và vị trí độ dốc đáy rãnh thay đổi hướng. Từ hình 3.30 viết được:

$$m = n + (sx)i_R - m(s - x)i_0$$

$$m = n + xi_R + xi_0 \qquad (3.4.11)$$

Trong đó :

s - khoảng cách giữa hai hố ga;

i_0 - độ dốc mặt cắt dọc, tính theo độ dốc đường vỉa hè;

i_R - độ dốc đáy rãnh thoát nước;

m - độ cao tối đa so với vỉa hè;

n - độ cao tối thiểu so với vỉa hè;

x - khoảng cách từ hố ga tới vị trí thay đổi độ dốc đáy rãnh thoát nước

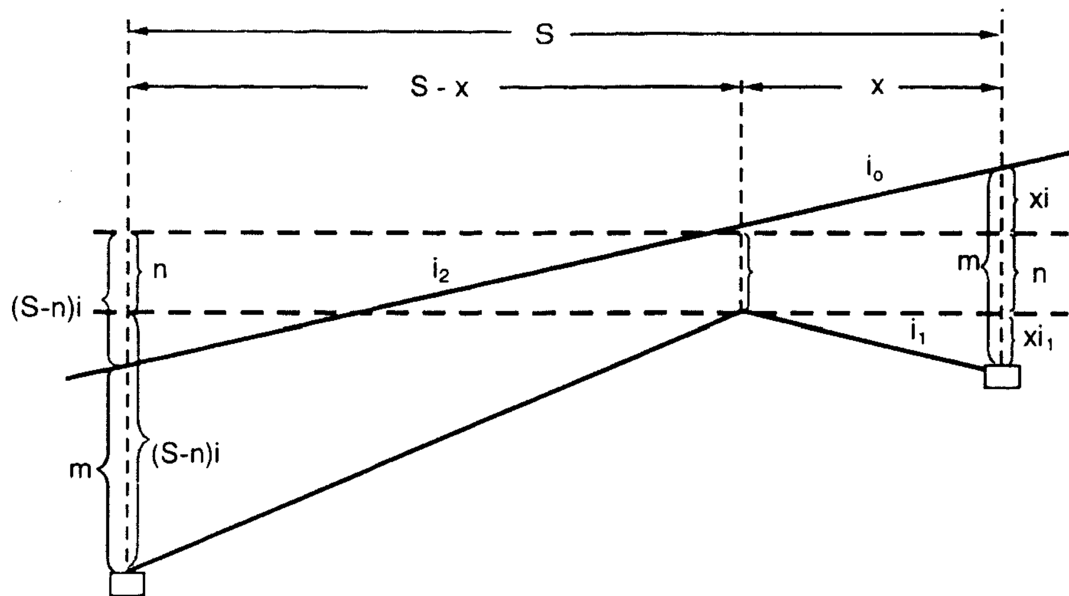
Sau khi biến đổi viết được công thức tính khoảng cách giữa hai hố ga là:

$$s = \frac{(m-n)i_R}{i_R^2 - i_o^2} \qquad (3.4.12)$$

khoảng cách từ hố ga tới đỉnh rãnh :

$$x = \frac{(m-n)}{i_R - i_o} \qquad (3.4.13)$$

Mặt khác khi xác định vị trí hố ga còn phải phù hợp với hệ thống thoát nước chung và các địa vật chính hai bên hè phố như các lối rẽ, các toà nhà ...

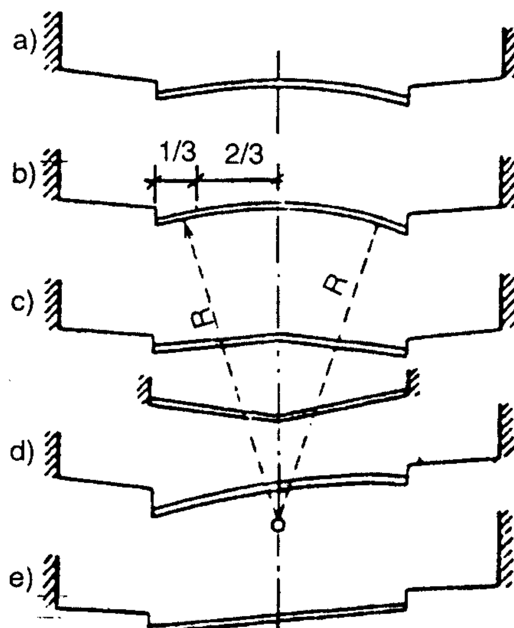


Hình 3.30. Sơ đồ tính thông số rãnh dọc thoát nước.

3.5. THIẾT KẾ ĐỘ CAO MẶT CẮT NGANG ĐƯỜNG PHỐ

3.5.1 Bố trí độ cao mặt cắt ngang đường phố

Mặt cắt ngang phố có các dạng hai mái dốc thẳng, hai má dốc hình parabôn, một mái dốc thẳng nghiêng, một mái dốc nghiêng parabôn (hình 3.31).



Hình 3.31. *Các dạng mái mặt cắt ngang phố.*

Khi bố trí chi tiết mặt cắt ngang (hình 3.32) có dạng đường parabôn cần phải xác định chiều cao h, chiều rộng s của đường, sau đó xác định các tham số bố trí điểm chi tiết.

Phương trình đường parabôn có dạng:

$$x^2 = 2py \quad (3.5.1)$$

Trong đó :

x- lấy bằng nửa chiều rộng mặt đường, x = s : 2;

y- chênh cao điểm giữa mặt đường y = h.

Từ đó tính được tham số p:

$$2p = \frac{s^2}{4h} \quad (3.5.2)$$

Sau khi biến đổi phương trình parabôn có dạng:

$$x^2 = \frac{s^2}{4h}y \quad (3.5.3)$$

hoặc

$$y = \frac{4}{s} x^2 h \qquad (3.5.4)$$

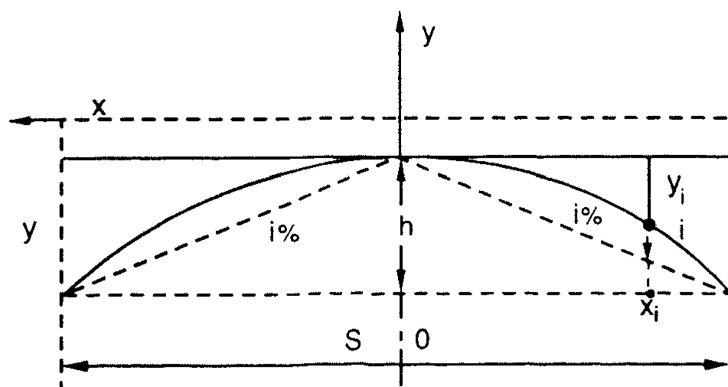
Trong đó :

s - chiều rộng mặt đường;

i - độ dốc ngang mặt đường;

h- độ cao tính theo công thức.

$$h = s.i : 2 \qquad (3.5.4)$$



Hình 3.32. Sơ đồ tính tham số mặt cắt ngang parabôn

Thông thường các điểm chi tiết mặt cắt ngang chọn là 8 hoặc 10 điểm, các điểm này đối xứng nhau. Khi đó cao độ thi công của các điểm chi tiết tính theo công thức :

$$y_i = \frac{4x_i^2}{s^2} \qquad (3.5.5)$$

3.5.2. Bố trí mặt cắt ngang đường phố dạng parabôn chuyển tiếp

Mặt cắt ngang ở những đoạn đường cong lồi, có độ dốc lớn, sẽ chuyển từ dạng đối xứng, có đỉnh mặt cắt nằm ở giữa, sang dạng không đối xứng, đỉnh mặt cắt ngang (sống đường) chuyển dần về một phía (hình 3.33). Trường hợp này gọi là mặt cắt đường có dạng đường parabôn chuyển tiếp.

Trên hình 3.33 trục đường chuyển từ 1-2 sang 1-3. Xét chi tiết mặt cắt ngang tại mặt cắt II - II (hình 3.34).

Giả sử biết:

s - chiều rộng mặt đường;

i - độ dốc mặt cắt ngang đường;

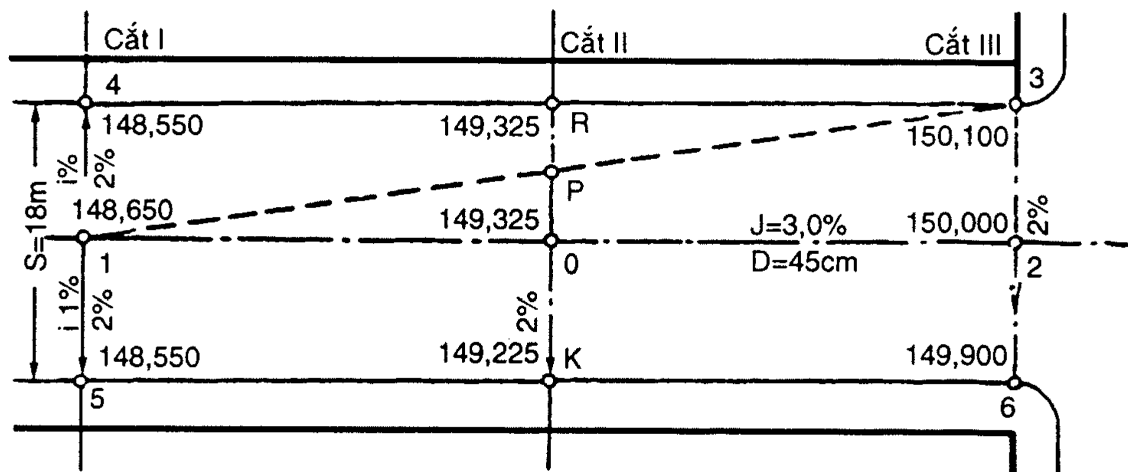
h - chênh lệch độ cao rãnh thu nước trái và phải.

Kí hiệu

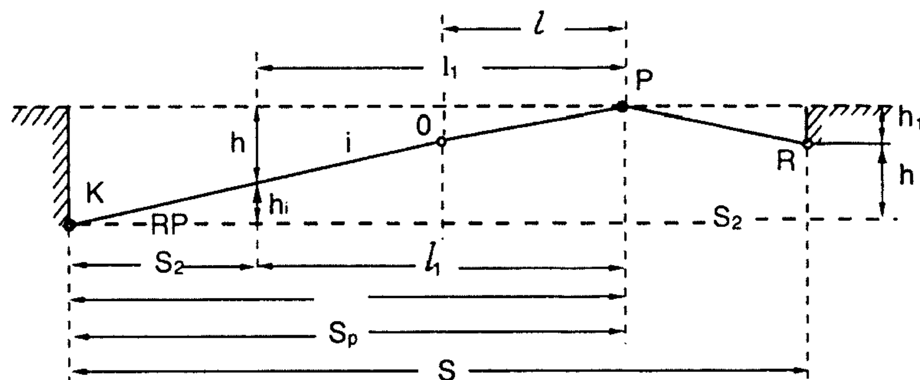
$$l_1 = KP - RP$$

tính được

$$i = \frac{h}{l_1} \tag{3.5.6}$$



Hình 3.33. *Sơ đồ dịch chuyển đỉnh mặt cắt ngang.*



Hình 3.34. *Sơ đồ tính tham số đỉnh mặt cắt ngang.*

Điểm đỉnh mặt cắt ngang tính từ công thức:

$$2s_2 = 2RP = s - l_1 \tag{3.5.7}$$

hoặc

$$s_2 = RP = \frac{s - l_1}{2} \tag{3.5.8}$$

Điểm P cách mép đường bên kia một khoảng:

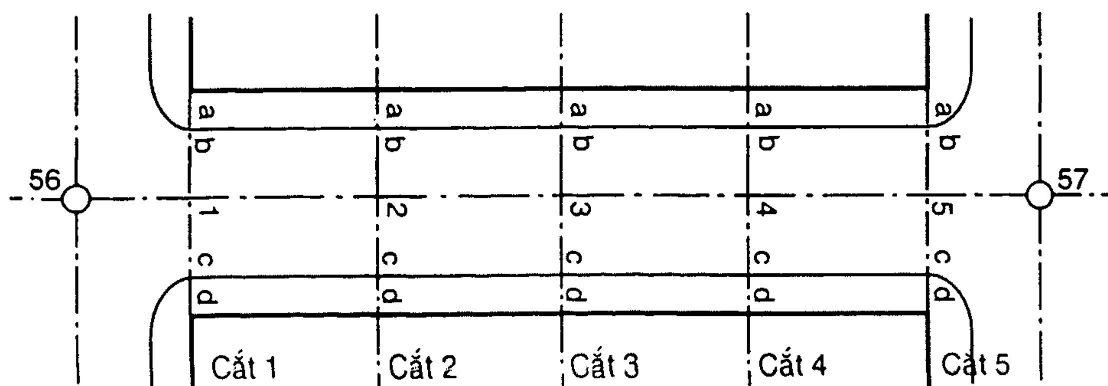
$$s_1 = KP = s - PR = \frac{s + l_1}{2} \quad (3.5.9)$$

Điểm P cách trục O một khoảng :

$$l = DP = KP - s : 2 = l_1 : 2 \quad (3.5.10)$$

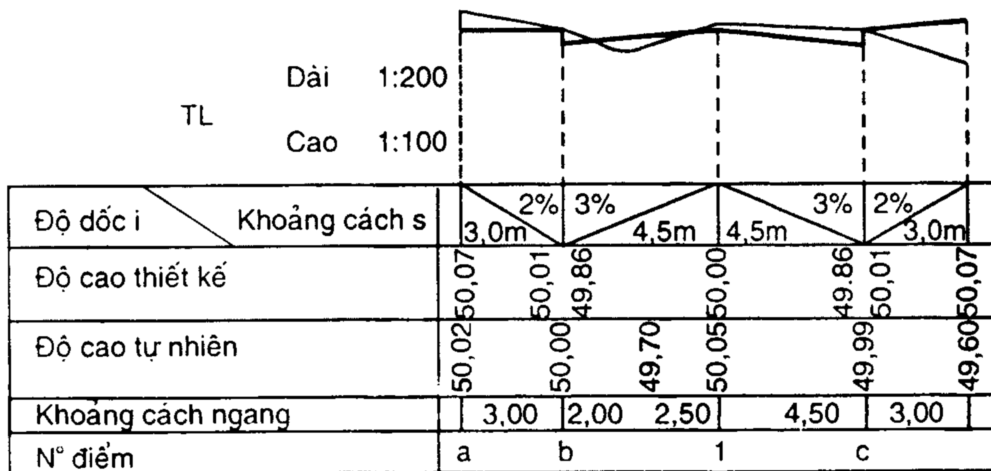
3.5.3. Thiết kế độ cao mặt đường theo dải

Thiết kế độ cao mặt đường theo dải là phương pháp thiết kế đồng thời độ cao chi tiết các điểm mặt đường theo mặt cắt dọc và mặt cắt ngang (hình 3.35).



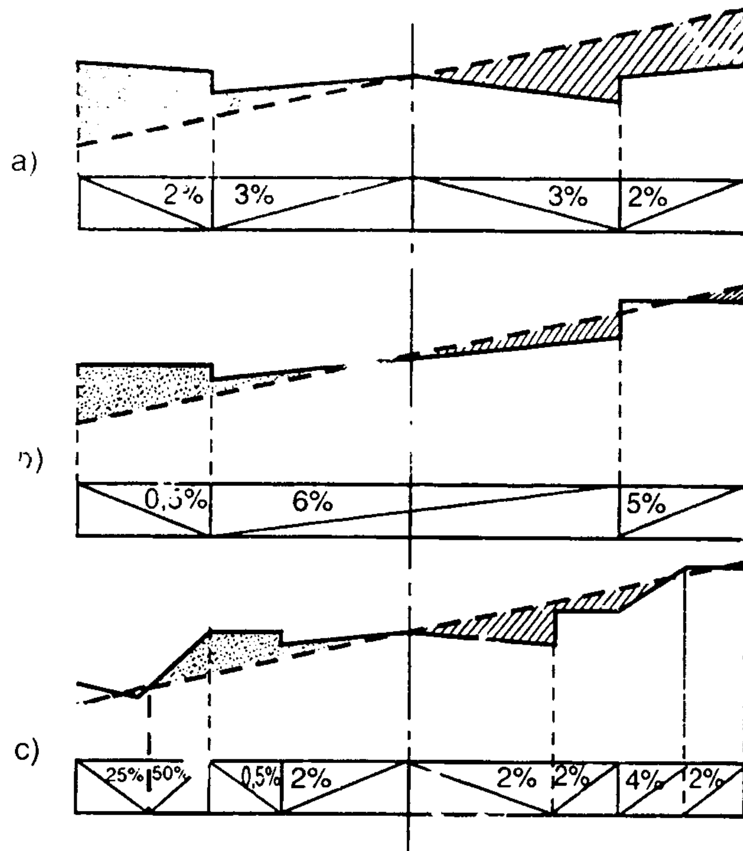
***Hình 3.35.** Chi tiết mặt cắt dọc.*

Bước đầu xác định vị trí tối ưu đường đỏ của mặt cắt dọc. Các điểm chi tiết mặt cắt ngang xác định theo các phương pháp trắc địa. Phương pháp thứ nhất là xác định vị trí mặt cắt ngang trên bản vẽ còn độ cao xác định theo phương pháp đồ giải. Phương pháp thứ hai là xác định khoảng cách mặt cắt ngang trên bản vẽ, rồi đồng thời xác định chúng ngoài thực địa khi đo độ cao. Mặt cắt ngang được xác định trên khoảng cách 20 - 50*m*. Nếu địa hình có độ dốc lớn, khoảng cách giữa các mặt cắt ngang có thể chọn là 10*m*. Độ cao các điểm giữa của mặt cắt ngang lấy theo độ cao đường đỏ của mặt cắt dọc. Trên hình 3.35, từ điểm 1 đến điểm 5 xác định độ cao các điểm giữa của mặt cắt ngang. Sau đó thiết kế chi tiết mặt cắt ngang (hình 3.36). Khi thiết kế chi tiết mặt cắt ngang cần thỏa mãn yêu cầu của các địa vật cố định đã có.



Hình 3.36. Mặt cắt ngang đường phố

Khi địa hình có độ dốc lớn mặt cắt ngang nên chọn dạng phù hợp (hình 3.37).



Hình 3.37. Mặt cắt ngang phố có độ dốc lớn

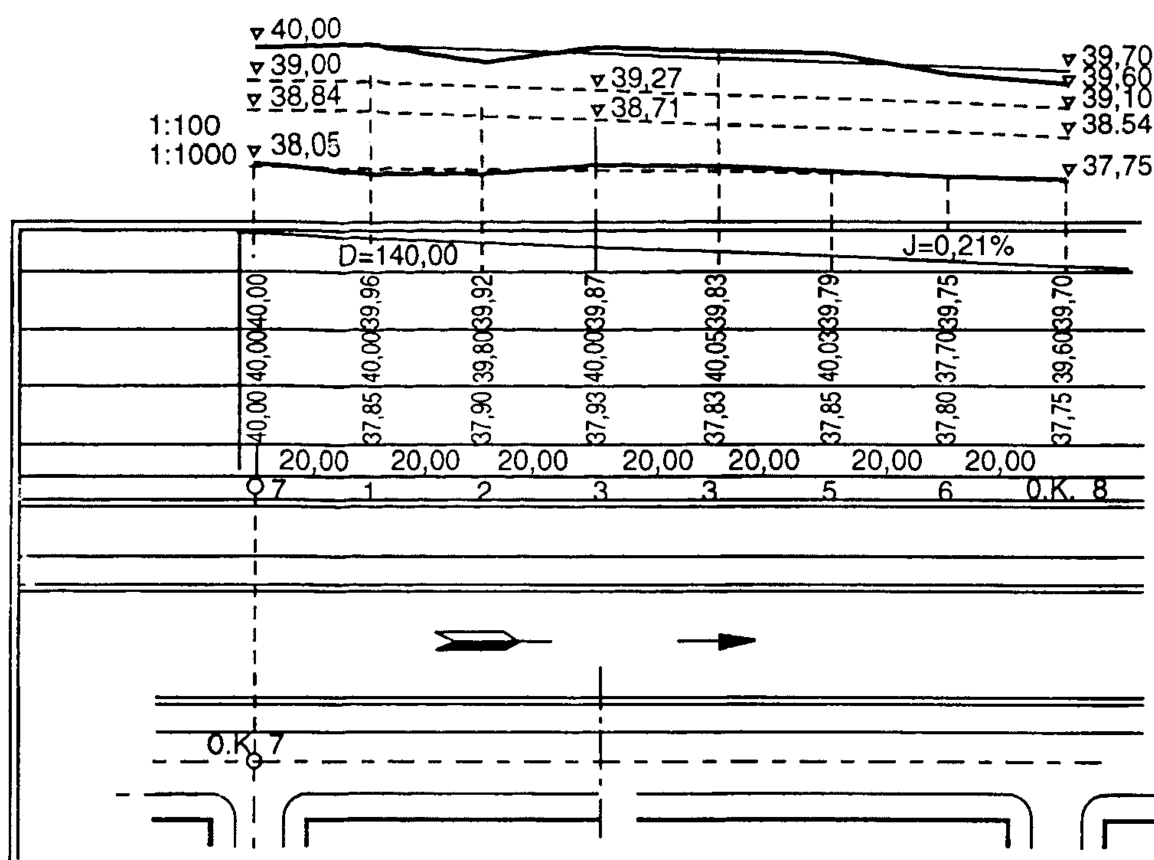
Dạng 3.37,a có khối lượng đào đắp lớn. Dạng độ dốc một phía (hình 3.37,b) hoặc độ cao thiết kế tối ưu (hình 3.37,c) sẽ có khối lượng đào đắp tối thiểu.

Phương pháp này đặc biệt thích hợp khi thiết kế cải tạo khu dân cư. Trong quá trình thiết kế phải đảm bảo thỏa mãn quan hệ độ cao của nhiều hạng mục đã có ngoài hiện trường.

3.6 THIẾT KẾ ĐỘ CAO ĐƯỜNG PHỐ VEN BỜ

Thiết kế quy hoạch độ cao đường ven bờ phải giải quyết một vấn đề quan trọng là thoát nước mặt. Ven bờ sông, hồ, bãi biển là nơi nước mặt khu của khu dân cư bên trong đổ ra, mặt khác mức nước mặt ở ven bờ cũng thay đổi rất lớn. Vì vậy, thoát nước của đường ven bờ là một vấn đề quan trọng phải được quan tâm giải quyết thỏa đáng khi thiết kế.

Thiết kế quy hoạch đường ven bờ thực hiện theo dải, vì mặt cắt ngang địa hình của đường ven bờ thường rất hẹp, địa hình thay đổi nhiều (hình 3.38).



Hình 3.38. Mặt cắt dọc đường ven bờ.

Khi thiết kế phải đảm bảo các yêu cầu kĩ thuật sau:

- Độ cao mặt cắt dọc thiết kế phải cao hơn mực nước mặt khi cao nhất là 0,5*m*.

- Độ dốc theo mặt cắt dọc có thể được chọn nhỏ nhất i = 0,1 - 0,2%, thậm chí có thể độ dốc bằng không. Khi đó rãnh thoát nước thiết kế theo hình răng cưa. Tại các ga thu nước làm cống thoát thẳng ra sông, hồ.

- Mặt cắt ngang nên chọn có độ dốc một phía với độ dốc 3%. Phía thấp là bờ sông, hồ, để tiện cho thoát nước mặt.

Khi thiết kế cần xác định mực nước dòng chảy cao nhất, trên cơ sở khảo sát thiết diện dòng chảy, lưu vực và lưu lượng mưa hằng năm của nó.

Lưu lượng nước của dòng chảy tính theo công thức:

$$Q = (F.H.\alpha.\beta) m^3/s \qquad (3.6.1)$$

Trong đó :

F - lưu vực dòng chảy tính theo *ha* hoặc m^2 từ bản đồ tỉ lệ trung bình;

H - lượng mưa trung bình trong năm, tính theo *l/s;*

α - hệ số dòng chảy, lấy bằng 0,5;

β - hệ số làm chậm của dòng chảy, phụ thuộc vào điều kiện địa hình. Trong điều kiện bình thường $\beta = 1$.

Vận tốc dòng chảy V phụ thuộc vào địa hình mặt cắt dọc, mặt cắt ngang của nó. Đồng thời còn phụ thuộc thảm thực vật và các địa vật ở hai bên dòng chảy. Vận tốc dòng chảy tính theo công thức:

$$V = \frac{87\sqrt{R.i}}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} m/s \qquad (3.6.2)$$

Trong đó :

S - thiết diện dòng chảy;

bán kính R = S : P;

P - thiết diện dòng chảy;

i - độ dốc dòng chảy;

γ - hệ số địa hình, phụ thuộc vào tính chất địa hình của dòng chảy.

Hệ số γ tính như sau:

- Địa hình bằng phẳng, mặt tường chắn, bêtông... : $\gamma = 0,06$

- Bề mặt đá, bụi cây nhỏ: $\gamma = 0,16$

- Tường xây đá: $\gamma = 0,46$

- Mặt địa hình có đá tảng: $\gamma = 0,85$

- Mặt có hang, hố, dòng chảy nằm ngang ...: $\gamma = 1,30$

- Dòng chảy có đá và cây: $\gamma = 1,75$.

Diện tích mặt cắt ngang dòng chảy tính theo công thức:

$$S^2 = \frac{Q_{m3/s}}{V_{m/s}} \quad (3.6.3)$$

Diện tích mặt cắt ngang dòng chảy đo ở vài nơi rồi lấy giá trị trung bình. Từ giá trị gần đúng của diện tích dòng chảy đi tính vận tốc V, sau đó đi tính bán R. Với giá trị Q và V đi tính mặt cắt ngang dòng chảy. Việc tính được lặp lại cho đến khí tính được giá trị ổn định diện tích thiết diện dòng chảy.

Sau đó tính mức nước mặt cao nhất:

$$h'_{max} = S : d \quad (3.6.4)$$

Trong đó :

d - chiều rộng dòng chảy sau khi cải tạo (hình 3.39).

Độ cao thiết kế của trục đường tính theo công thức :

$$H_i^{đỏ} = H_i^{đáy} + h'_{max} + 0,50 = H'_{i\,max} + 0,50m \quad (3.6.5)$$

Trong đó :

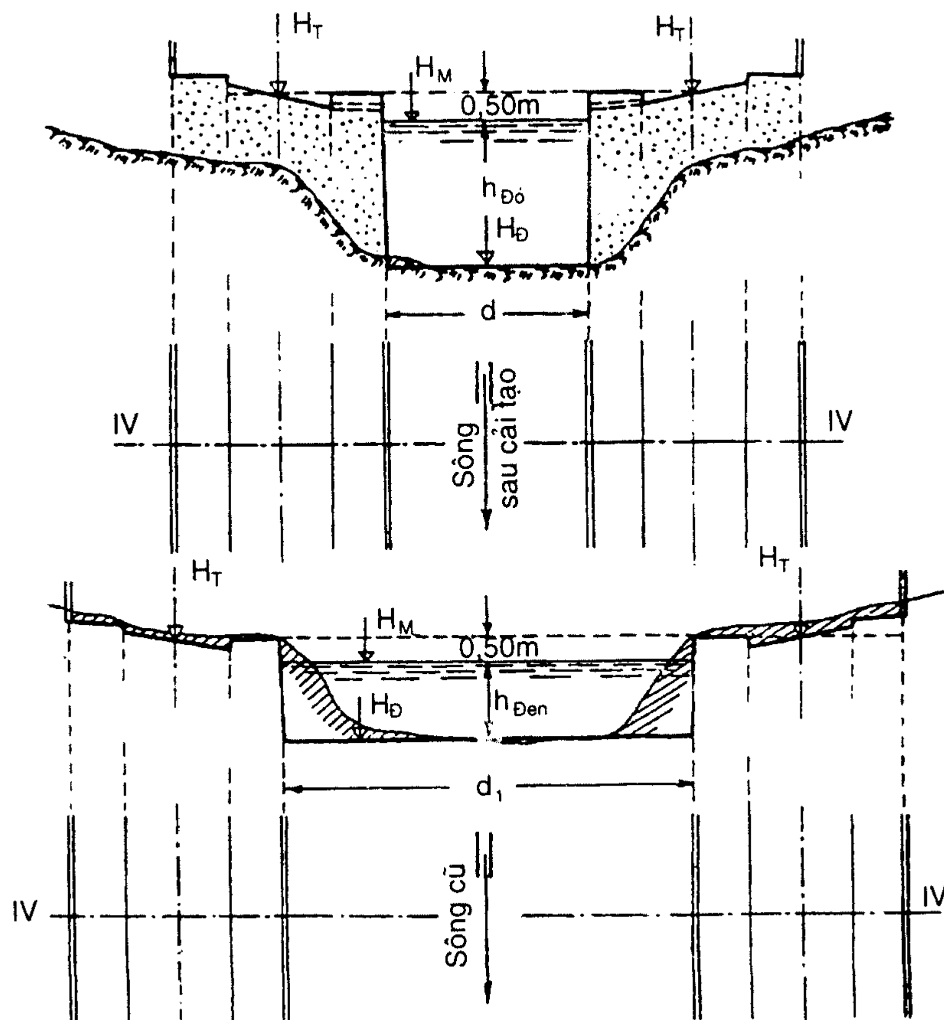
$H_i^{đỏ}$ - độ cao tim đường thiết kế;

$H_i^{đáy}$- độ cao đáy dòng chảy;

h'_{max} - mực nước mặt cao nhất.

3.7. THIẾT KẾ ĐỘ CAO MẶT ĐƯỜNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐƯỜNG ĐỒNG MỨC

Thiết kế độ cao chi tiết mặt đường bằng đường đồng mức là việc làm phức tạp, mất nhiều thời gian, đặc biệt tại nơi giao nhau của các tuyến đường có các cầu vượt. Đây là phương pháp cho chính xác, đầy đủ độ cao của các điểm chi tiết, đủ số liệu cần thiết và cho khả năng kiểm tra trong quá trình thi công.



Hình 3.39. Thiết kế mặt cắt đường ven bờ.

3.7.1. Thiết kế với đường đồng mức gãy khúc

Ví dụ. Thiết kế đường đồng mức với khoảng cao đều h_0 = 0,20*m* cho đường phố rộng 16*m*, mặt đường rộng s = 10*m*, vỉ hè rộng d = 3*m*, với độ dốc dọc i = 2%, độ dốc ngang i' = 4%, độ dốc vỉa hè i" = 2%, bó vỉa cao 0,15*m* (hình 3.40)

Giải:

Xác định độ cao thiết kế điểm đầu tiên H_1 = 100,08*m*. Đường đồng mức đầu tiên có cao độ đỏ là H_A = 100,20*m*, cách điểm đầu tiên một khoảng là

$$d_1 = \frac{H_A - H_1}{i} = \frac{0,12}{0,02} = 6\ m. \qquad (3.7.1)$$

Dọc theo tim đường xác định điểm A từ điểm 1 với khoảng cách d_1. Sau đó tương tự công thức (3.7.1) tính được khoảng cách d_1 = 10*m*. Từ điểm A với

khoảng cách d_i xác định các điểm B, C ... cho tới điểm II ở cuối đoạn đường cần thiết kế.

Hình 3.40. Thiết kế độ cao đường phố với đường đồng mức đỏ.

Từ độ dốc mặt cắt ngang i', chiều rộng mặt đường s tính được chênh cao ở bờ đường theo công thức:

$$h = s.i : 2 = 5.0,04 = 0,20m. \quad (3.7.2)$$

Khoảng cách dọc d_T giữa điểm tim đường A và điểm 1 ở mép đường

$$d_T = h : i = 0,20 : 0,02 = 10m. \quad (3.7.3)$$

Trong trường hợp này chênh cao của bờ đường h bằng khoảng cao đều h_0. Như vậy trên hình 3.40 điểm 1 trùng với điểm A', hay $d_T = d_i$.

Bó vỉa cao 0,15m, điểm A" cách điểm A' một khoảng :

$$d' = 0,15 : i = 0,15 : 0,02 = 7,50m.$$

Vỉa hè rộng d = 3m, độ dốc i" = 2% = 0,02, từ đó tính được :

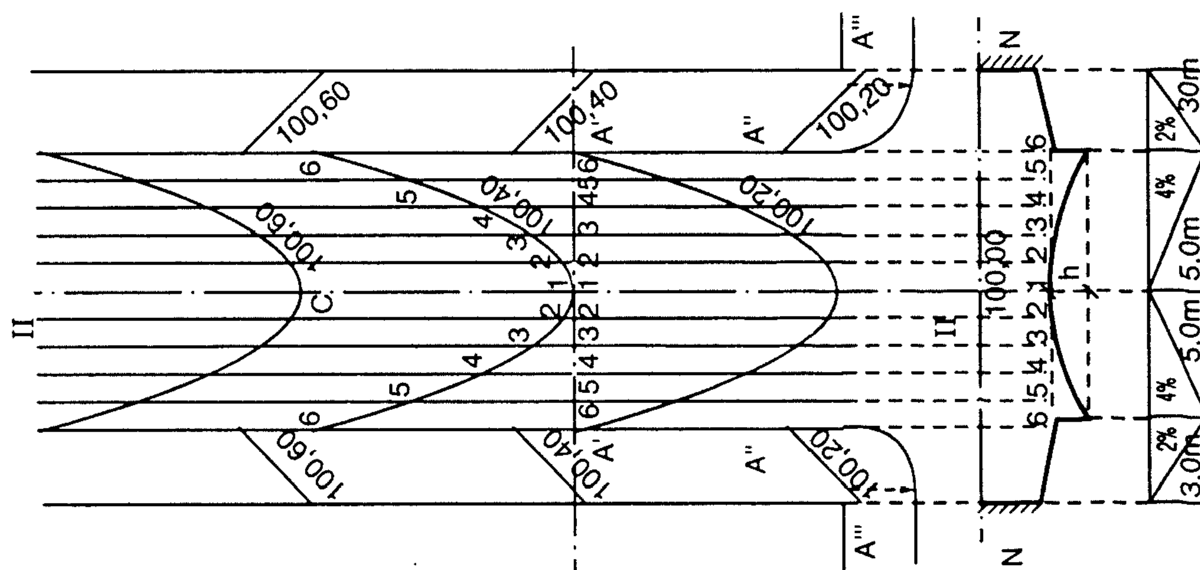
$$d'' = h'' : i'' = 3.i'' : i = 3,00m.$$

Từ các khoảng cách vừa tính xác định được các điểm A , A', A" và A'''. Nối các điểm trên được nửa đường đồng mức đỏ 100,20. Nửa còn lại lấy đối

xứng. Từ đường đồng mức đỏ đầu tiên đã xác định và khoảng cách d vẽ các đường đồng mức còn lại qua các điểm B , C ... đến điểm cuối II.

3.7.2. Thiết kế với đường đồng mức parabôn

Ví dụ: Với nội dung thiết kế như ở 3.7.1 chỉ khác là mặt cắt ngang lòng đường có dạng đường parabôn (hình 3.41).



Hình 3.41. Thiết kế độ cao đường phố với đường đồng mức đỏ hình parabôn.

Giải:

Giả sử lòng đường chia thành n = 10 phần bằng nhau. Trong hệ trục toạ độ cục bộ xác định x_i và y_i. Trước tiên kẻ đường ngang N - N. Sau đó kẻ các đường song song với N - N. Tính chênh cao trục đường và mép đường

$$h = s.i' : 2 = 5{,}00.0{,}04 = 0{,}20m \tag{3.7.4}$$

Tính toạ độ y_i theo công thức:

$$y_i = \frac{4.X_i^2}{S^2}h \tag{3.7.5}$$

Độ cao thiết kế các điểm chi tiết tính theo công thức:

$$H_i^{đỏ} = H_0^{đỏ} - y_i \tag{3.7.6}$$

Khoảng cách điểm chi tiết đến đường ngang N - N tính theo công thức:

$$d_i = \frac{y_i}{i} \tag{3.7.7}$$

Kết quả ở bảng 3.8.

Bảng 3.8. Tham số chi tiết bố trí đường cong.

Điểm / Nội dung	0	1	2	3	4	5
$y_i = h_i$	0,000	0,008	0,032	0,072	0,128	0,200
$H_i^{đỏ}$	100,200	100,192	100,168	100,128	100,072	100,000
$d_i\, m$	0,000	0,400	1,600	3,600	6,400	10,000

Theo khoảng cách d_i bố trí được các điểm i' từ các điểm i. Nối các điểm i' được nửa đường parabôn AA'. Các điểm A'' và A''' xác định tương tự như mục 3.7.1. Nửa đường bên kia lấy đối xứng (hình 3.41). Các đường đồng mức tiếp theo làm tương tự.

Phụ thuộc vào điều kiện địa hình đường đồng mức thiết kế có các dạng sau :

- Hình 3.42,a là dạng đường đồng mức trên đoạn đường thẳng có độ dốc không đổi .

- Hình 3.42,b là dạng đường đồng mức trên đoạn đường cong lõm đối xứng .

- Hình 3.42,c là dạng đường đồng mức trên đoạn đường cong lồi đối xứng .

- Hình 3.42,d là dạng đường đồng mức trên đoạn đường cong đứng có độ dốc bất kì.

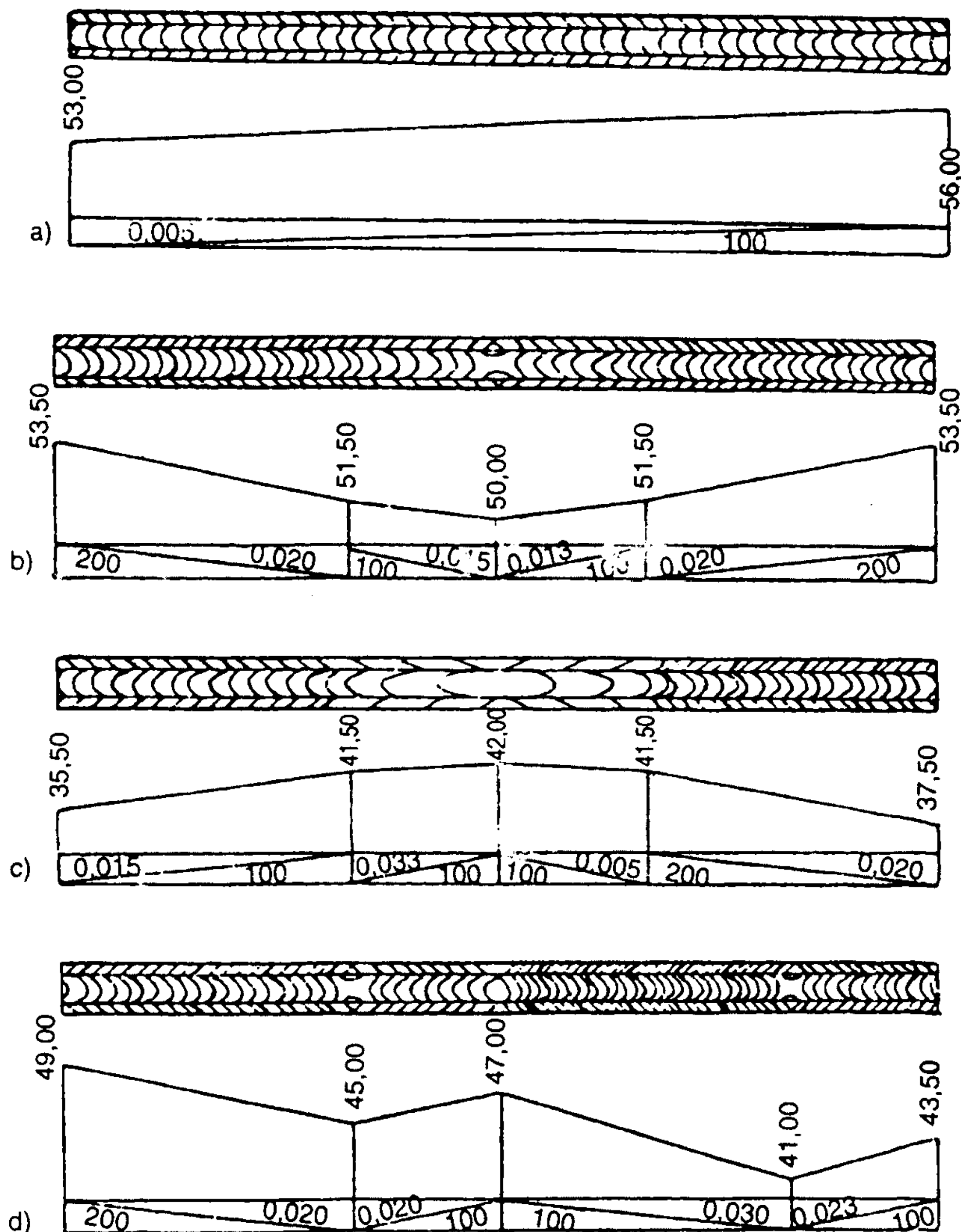
Hình 3.43 là dạng đường đồng mức của đoạn đường cong bằng có độ dốc không đổi trên các đoạn đường thẳng, đường cong chuyển tiếp và đường cong tròn.

3.8. THIẾT KẾ QUY HOẠCH ĐỘ CAO NÚT GIAO THÔNG

Các nút giao thông là những vị trí quan trọng của mạng đường phố. Chúng là nơi giao nhau của các tuyến đường có độ cao, độ dốc và chiều rộng khác nhau. Thiết kế quy hoạch độ cao nút giao thông là một việc phức tạp. Có hai trường hợp:

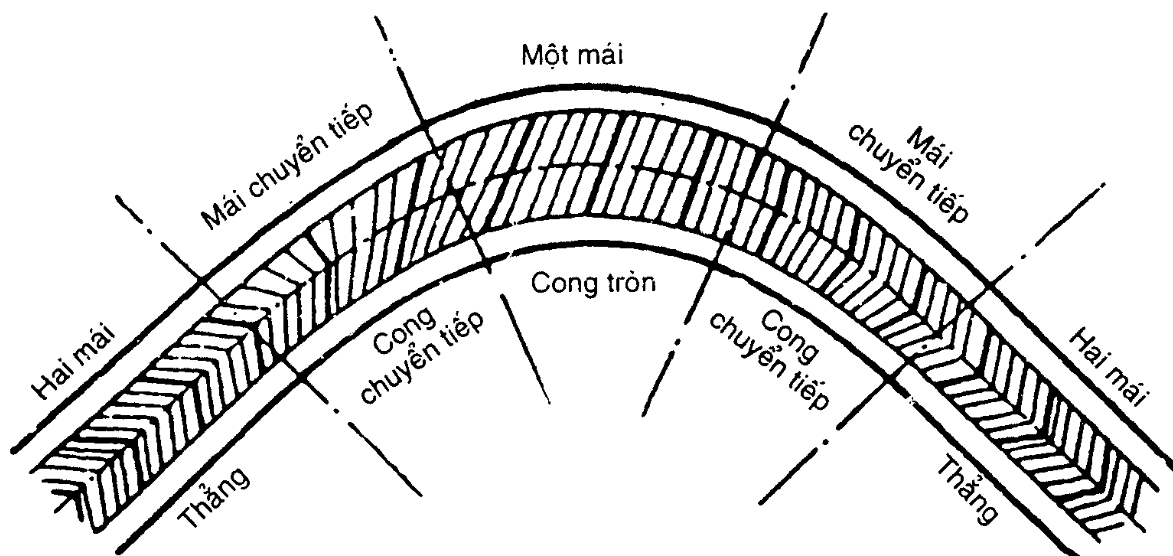
- Các tuyến cắt nhau trên một mặt phẳng ở cùng mức độ cao.

- Các tuyến giao nhau ở các mặt phẳng khác nhau, đồng thời xây dựng cầu vượt, đường hầm.



Hình 3.42. *Các dạng đường đồng mức đỏ.*

Có hai phương pháp thiết kế độ cao là phương pháp giải tích và phương pháp đường đồng mức thiết kế. Phương pháp giải tích thiết kế các nút giao thông nhanh hơn nhưng không được chi tiết và chính xác. Nó chỉ áp dụng trong thiết kế quy hoạch độ cao kĩ thuật. Phương pháp đường đồng mức thiết kế áp dụng cho các nút giao thông phức tạp, khi lập các bản vẽ thi công.



Hình 3.43. Đường đồng mức đỏ của đường cong bằng.

3.8.1. Thiết kế quy hoạch độ cao nút giao thông đồng mức theo phương pháp giải tích

Một trong những nội dung quan trọng của thiết kế quy hoạch độ cao đường đồng mức theo phương pháp giải tích là xác định độ cao của các góc phố xung quanh nút giao thông. Trình tự thực hiện như sau:

- Đầu tiên xác định chênh cao trung bình, nhỏ nhất và lớn nhất của các đường đỏ (đường ranh giới xây dựng) dọc theo các tuyến phố xung quanh nút giao thông so với các trục đường của nó.

- Xác định độ cao gần đúng góc các khu phố, hợp thành bởi các đường phố xung quanh nút giao thông;

- Xác định cao độ các góc phố xung quanh nút giao thông.

1. Xác định chênh cao trung bình, nhỏ nhất và lớn nhất của các đường đỏ dọc theo các tuyến phố tại nút giao thông so với các trục đường của nó.

Chênh cao này rất khác nhau, chúng phụ thuộc vào độ dốc ngang của mặt đường, độ cao bó vỉa, độ dốc ngang vỉa hè. Độ cao bó vỉa lấy trung bình là 0,15*m*, nhỏ nhất là 0,08*m* và lớn nhất là 0,20*m*.

Chênh cao giữa điểm tim đường và đường đỏ tính theo công thức :

$$h = (s.i') + n + (d.i'') \qquad (3.8.1)$$

Trong đó :

s - chiều rộng mặt đường;

i' - độ dốc ngang mặt đường;

i'' - độ dốc ngang vỉa hè;

d - chiều rộng vỉa hè;

n - chiều cao bó vỉa.

Chênh cao trung bình tính theo công thức

$$h_{tb} = -(s.i'_{tb}) + n_{tb} + (d.i''_{tb}) \tag{3.8.2}$$

Chênh cao tối đa tính theo công thức

$$h_{td} = -(s.i'_{td}) + n_{td} + (d.i''_{td}) \tag{3.8.3}$$

Chênh cao tối thiểu tính theo công thức

$$h_{tt} = -(s.i'_{tt}) + n_{tt} + (d.i''_{tt}) \tag{3.8.4}$$

Trên hình 3.44 là kết quả ba dạng chênh cao tính theo đường rộng s = 6*m*, vỉa hè rộng d = 3*m*

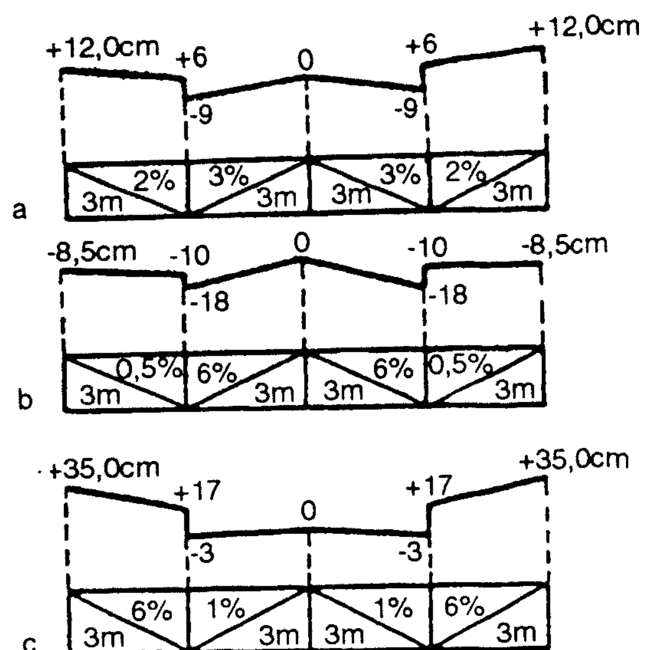
2. Xác định độ cao gần đúng góc các khu phố, hợp thành bởi các tuyến đường.

Cao độ gần đúng của các góc phố bằng độ cao vỉa hè tương ứng cộng với chênh cao vỉa hè và mặt bằng xây dựng (hình 3.45).

Từ các mặt cắt I-II, II-III, III-IV và IV-I để xác định cao độ các điểm $H_{i,j}$ theo các chênh cao đã xác định ở bước trên.

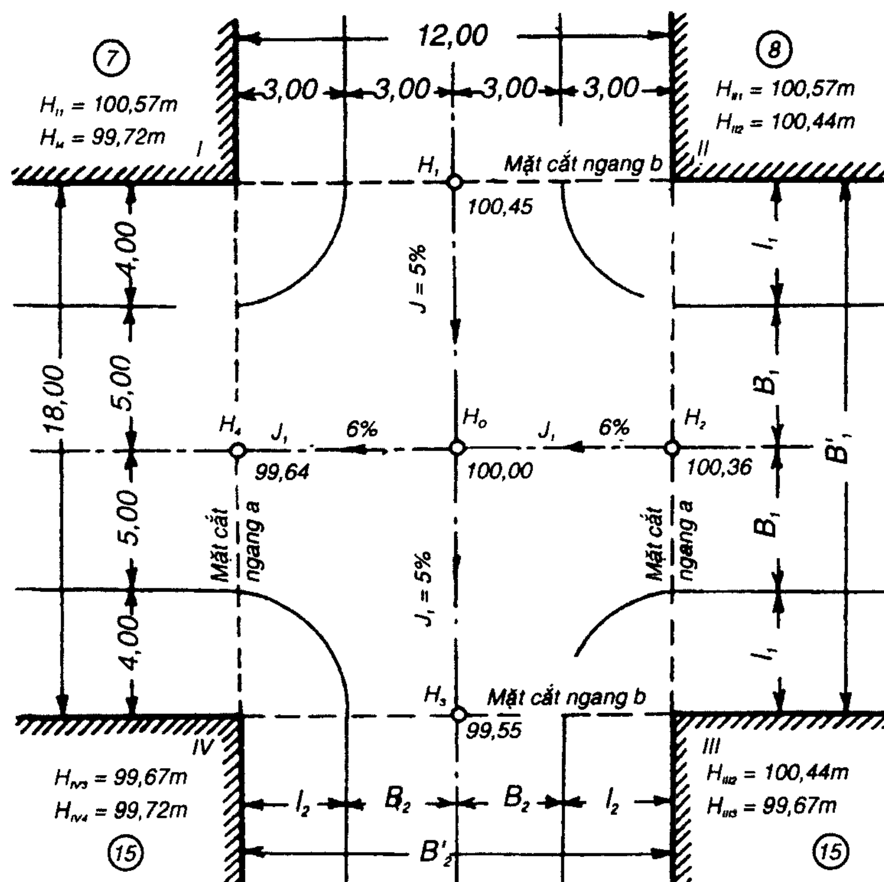
Trong đó:

i = 1 - 4; j = I - IV.



Hình 3.44. *Mặt cắt ngang với chênh cao trung bình, tối đa và tối thiểu.*

Cao độ trung bình các góc phố tính theo chênh cao giữa hè phố và mặt bằng xây dựng hoặc là lấy theo cao độ điểm giữa các nút giao thông.



Hình 3.45. Sơ đồ xác định độ cao gần đúng các góc phố.

Trên hình 3.45 các góc I, III có cùng chiều độ dốc, các góc phố II, IV có độ dốc ngược chiều. Từ trên cho thấy cao độ gần đúng của các góc phố phụ thuộc vào độ dốc và hướng dốc ngang và độ rộng đường phố và các thành phần khác của nó. Chênh lệch độ cao lớn nhất là các góc phố có hướng dốc cùng chiều nhau.

3. Xác định cao độ các góc phố xung quanh nút giao thông

Sau khi xác định độ cao gần đúng của góc các khu phố nhận được mỗi góc hai giá trị độ cao. Độ cao được xác định của mỗi góc phải thỏa mãn các yêu cầu kĩ thuật khác của quy hoạch độ cao khu vực như thoát nước mặt, đảm bảo giao thông bình thường cho các phương tiện cũng như cho người đi bộ, đồng thời đảm bảo tương quan giữa độ cao đường phố và các khu xây dựng xung quanh. Độ cao của các góc phố sẽ đồng nhất nếu thay đổi độ dốc dọc i hoặc độ dốc ngang i' của các phố. Khi thay đổi các độ dốc trên phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Độc dốc ngang hè phố biến đổi từ 0,5 đến 5%;

- Độ cao bó vỉa thay đổi từ 0,08 đến 0,20*m;*

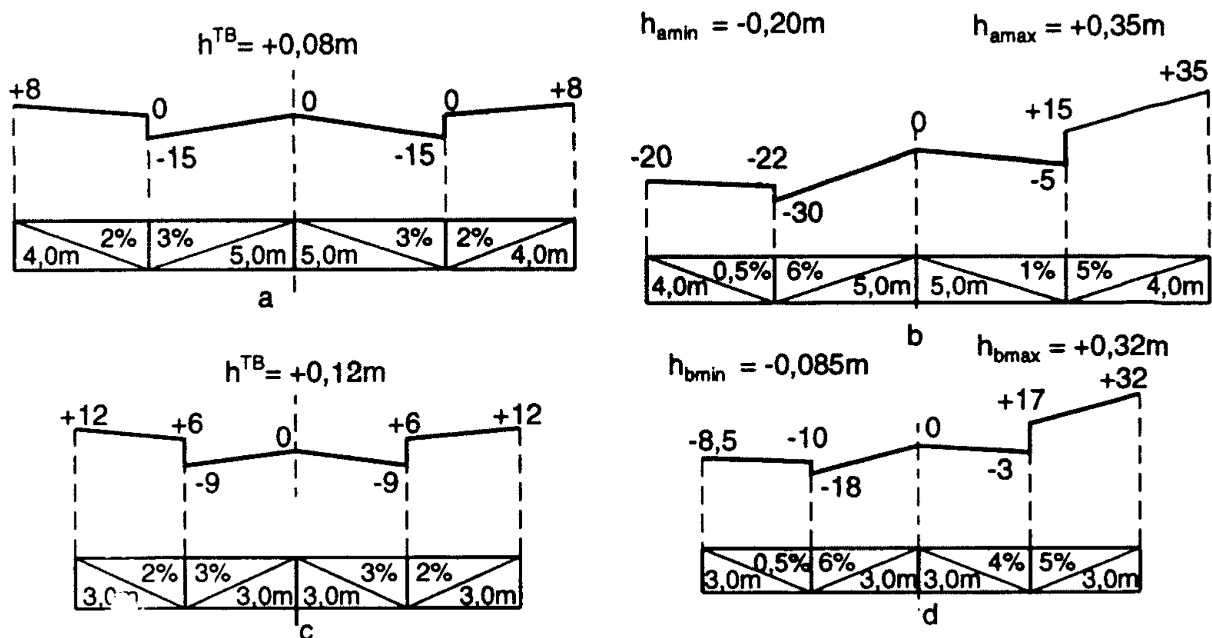
- Độ dốc ngang mặt phố biến đổi từ 1,0 đến 6,0%;

- Thay đổi vị trí đỉnh mặt cắt ngang, chuyển từ mặt cắt ngang đối xứng sang mặt cắt ngang một phía sao cho độ dốc của mặt cắt ngang này thay đổi từ 1 đến 6,0%;

- Độ dốc dọc biến đổi từ 0,5 đến 5%, sao cho tạo ra khu bằng phẳng giữa nút giao thông.

Để độ cao các góc phố đồng nhất ta cần thay đổi độ dốc các thành phần theo trình tự trên, từ độ dốc vỉa hè, cuối cùng mới đến độ dốc dọc, thậm chí đến khi không còn khu bằng phẳng giữa nút giao thông nếu địa hình quá dốc.

Trên hình 3.46 chênh lệch độ cao gần đúng của các điểm từ I đến IV là 0,85, 0,13, 0,77 và 0,65*m*.



Hình 3.46. *Sơ đồ mặt cắt ngang đường phố với chênh cao trung bình, lớn nhất và nhỏ nhất.*

Chênh cao trung bình, nhỏ nhất và lớn nhất của các góc phố tính được như sau:

$h_{a,tb}$ = +0,08*m;*	$h_{a,min}$ = - 0,20*m;*	$h_{a,max}$ = +0,35*m;*
$h_{b,tb}$ = +0,12*m;*	$h_{b,min}$ = -0,085*m;*	$h_{b\,max}$ = +0,32*m.*

Để nhận được cao độ đồng nhất tại các góc phố I đến IV phải xác định cao độ trung bình của các góc phố theo công thức

$$h^{i}_{tb} = (h_{b\,min} - h_{amax}). \qquad (3.8.5)$$

Kết quả nhận được cao độ trung bình các góc phố từ I đến IV tương ứng là -0,435, -0,435, -0,520 và -0,520*m*.

Đem so sánh cao độ trung bình h_{tb} các góc phố và các cao độ h_{max} và h_{min} thấy góc II và IV có h_{tb} nằm trong khoảng cao độ tối đa và tối thiểu. Như vậy chỉ cần thay đổi độ dốc hè phố trong khoảng cho phép là được.

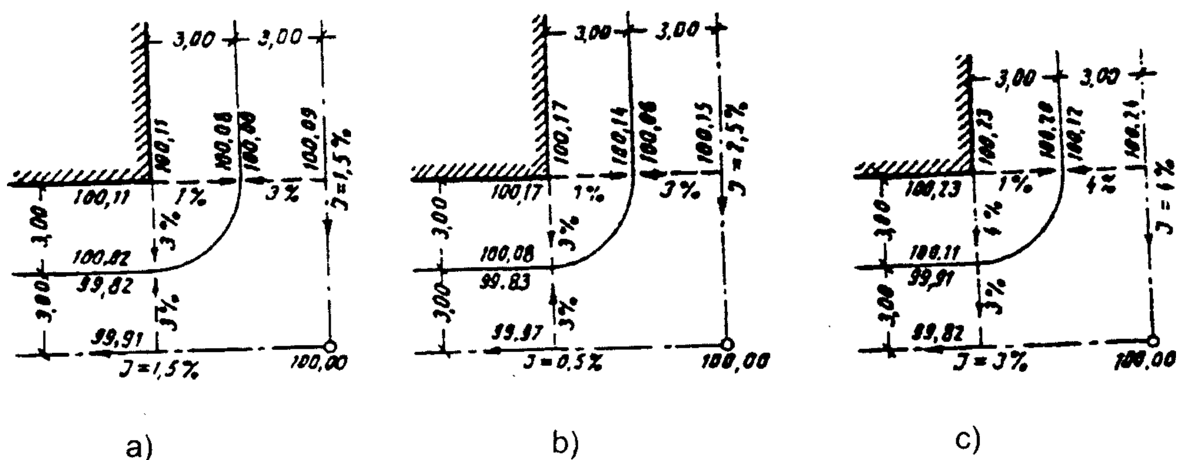
Góc I và III có h_{TB} nằm ngoài khoảng cao độ tối đa và tối thiểu, cần phải thay đổi các yếu tố tiếp theo. Từ các tính toán ở trên đi đến các kết luận sau:

- Các góc phố có hướng dốc hợp nhau và nhỏ hơn 3% thì chỉ cần thay đổi độ dốc vỉa hè và độ cao bó vỉa là đủ (hình 3.47, a, b);

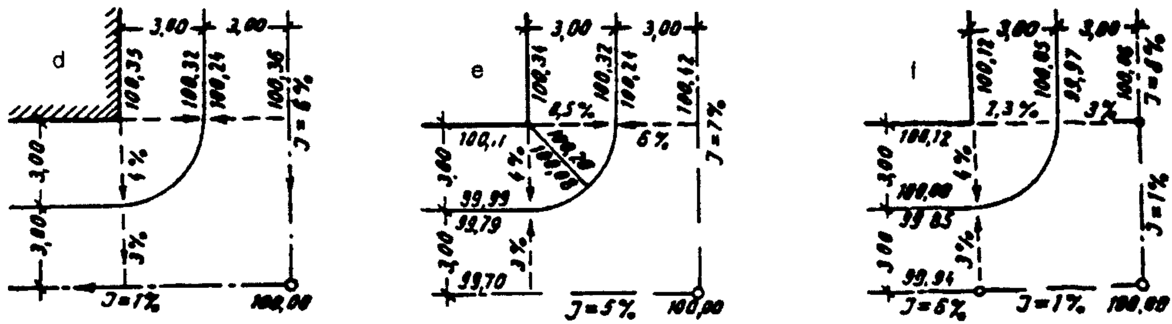
- Các góc phố có hướng dốc hợp nhau và có độ dốc từ 3 đến 7% thì chỉ cần thay đổi độ dốc vỉa hè, độ cao bó vỉa và độ dốc mặt cắt ngang là đủ (hình 3.47, c, d);

- Các góc phố có hướng dốc hợp nhau và có độ dốc trên 7% thì nên xây dựng dạng vỉa hè bậc thang (hình 3.47, e, f).

Những kết luận trên rất có ý nghĩa trong giai đoạn thiết kế kĩ thuật, nó sẽ cho ngay giải pháp thiết kế nút giao thông.



Hình 3.47a, b, c. *Góc phố có độ dốc hợp nhau với độ dốc từ 3% đến trên 7%.*

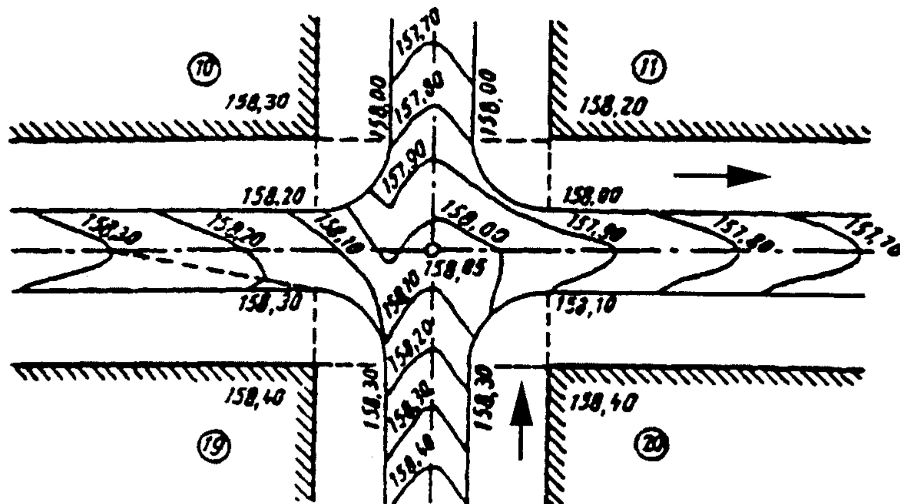


Hình 3.47d, e, f. Góc phố có độ dốc hợp nhau với độ dốc từ 3% đến trên 7%.

3.8.2. Thiết kế quy hoạch mặt chuyển tiếp tại nút giao thông

Nút giao thông là nơi tập trung các dạng chuyển động, nơi liên kết các đường phố có độ dốc, chiều rộng khác nhau. thiết kế nút giao thông là phải đảm bảo thuận tiện cho các dạng chuyển động, thoát nước mặt. Khi thiết kế nút giao thông cần quan tâm các vấn đề sau:

- Khi thiết kế nút giao thông của hai tuyến đường cùng cấp nên bám sát địa hình, đảm bảo thoát nước mặt (hình 3.48). Thoát nước mặt đường phố vẫn giữ theo hướng bình thường.



Hình 3.48. Thiết kế độ cao nút giao thông của hai tuyến đường cùng cấp.

- Đối với nút giao thông không cùng cấp, ví dụ giữa tuyến phố chính và tuyến nội khu, để đảm bảo không ảnh hưởng tới giao thông của tuyến phố chính cần phải giữ nguyên mặt cắt ngang của nó (hình 3.49).

Hình 3.49. *Thiết kế độ cao nút giao thông của hai tuyến đường không cùng cấp.*

Hình 3.50. *thiết kế độ cao nút giao thông của hai tuyến đường không cùng cấp mặt cắt ngang tuyến dưới được giữ nguyên.*

Nhưng trong điều kiện địa hình đặc biệt, đôi khi vẫn phải thay đổi mặt cắt ngang tuyến phố chính mà giữ nguyên tuyến phố hạng dưới (hình 3.50). Trường hợp này thường áp dụng khi đường phố chưa có hệ thống thoát nước mặt đầy đủ nhưng vẫn phải đảm bảo việc thoát nước của các tuyến phố.

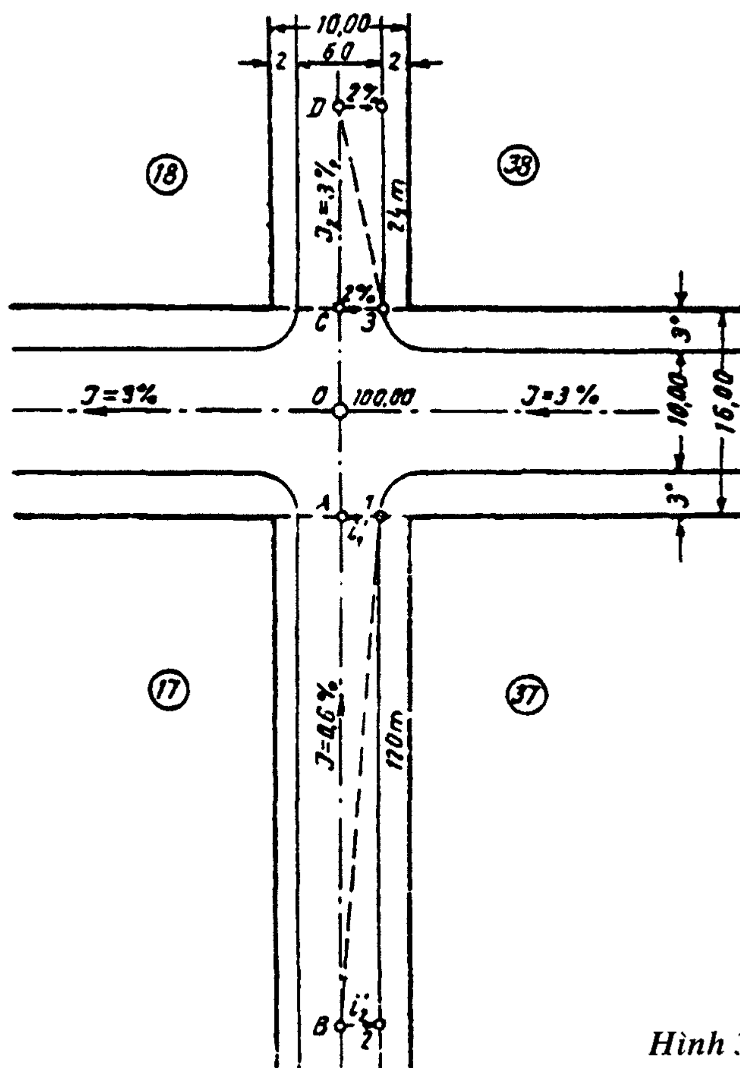
- Khi thiết kế nút giao thông có độ dốc lớn, mặt đường chuyển tiếp từ hai mái chuyển về mặt một mái dốc.

Tính các tham số mặt chuyển tiếp.

Tham số chính của mặt chuyển tiếp là độ dài mặt chuyển tiếp và độ dài của sống đường dịch chuyển. Khi thiết kế độ dài của mặt chuyển tiếp cần đảm bảo độ dốc cho phép và đồng nhất với độ dốc dọc của tuyến (hình 3.50).

1. Độ dài mặt chuyển tiếp tỉ lệ nghịch với độ dốc dọc, quan hệ đó tính theo công thức:

$$S = \frac{H_B - H_A}{i} \qquad (3.8.6)$$



Hình 3.51. *Sơ đồ tính mặt chuyển tiếp.*

Trong đó :

S - độ dài mặt chuyển tiếp;

H_A, H_B - cao độ điểm đầu và điểm cuối mặt chuyển tiếp;

i - độ dốc dọc của đường.

Để không xảy ra mặt đường bị dốc ngược lại tại ngã tư, cần đảm bảo độ dốc tối thiểu cho đoạn 1 - 2 (hình 3.51).

$$i_{1\text{-}2} = \frac{H_2 - H_1}{i} = \frac{H_B - H_A - (h_1 - h_2)}{S} > 0{,}5\% \qquad (3.8.7)$$

Trong đó :

$i_{1\text{-}2}$ - độ dốc dọc mặt ngã tư:

Chênh cao h_i của điểm 1 và 2 so với điểm A và B tính theo công thức:

$$h_i = s.i' : 2 \qquad (3.8.8)$$

s - chiều rộng mặt đường;

i' - độ dốc ngang;

H_1, H_2 - cao độ điểm 1 và 2, tính theo công thức :

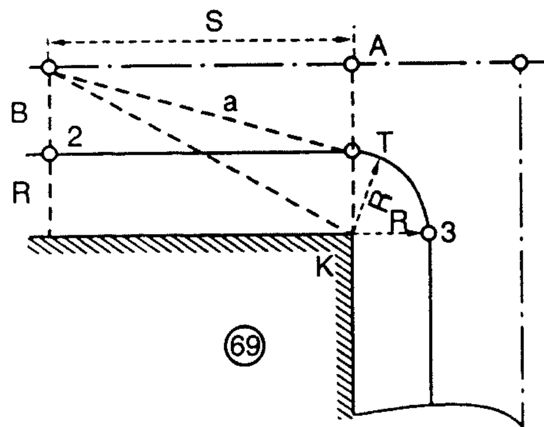
$$H_1 = H_A + h_1 \qquad (3.8.9)$$

Độ dài mặt chuyển tiếp tính được theo công thức :

$$S = \frac{h_1 + h_2}{i - i_{1-2}} = \frac{s(i'_1 - i'_2)}{i - i_{1-2}} \qquad (3.8.10)$$

2. Độ dài sống đường mặt chuyển tiếp là đoạn thẳng nối điểm bắt đầu của mặt chuyển tiếp B đến điểm bắt đầu cua tròn của vỉa hè (hình 3.52).

Độ dài sống đường chuyển tiếp tính theo công thức :



Hình 3.52. Sơ đồ đường tiếp tuyến

$$d = BT = \sqrt{BK^2 - R^2} \qquad (3.8.11)$$

Với :

$$BK^2 = S^2 + (s : 2 + R)^2 \qquad (3.8.12)$$

Ta có :

$$d = \sqrt{S^2 + (s : 2)^2 + Rs} \qquad (3.8.13)$$

Trong đó :

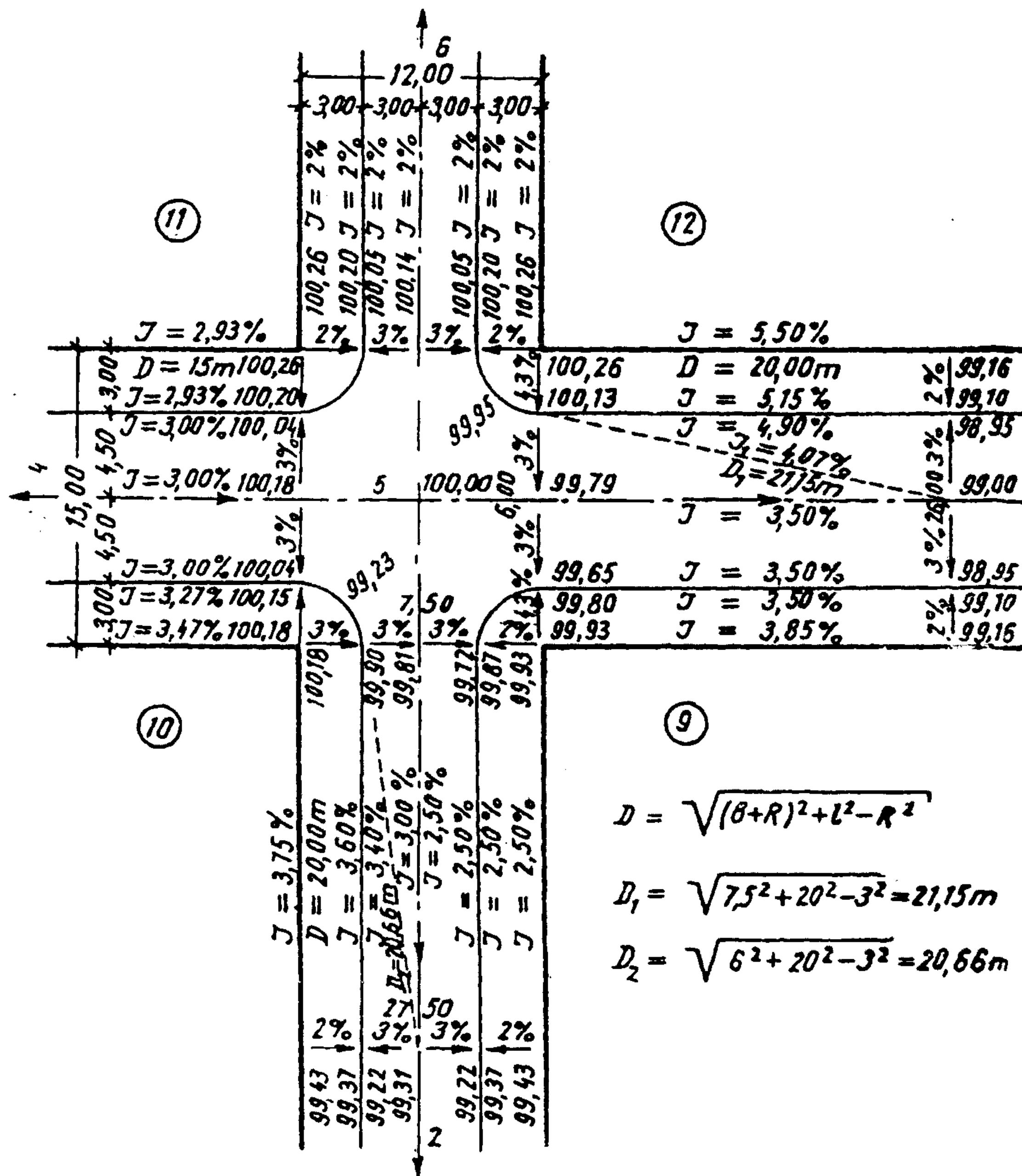
d - độ dài sống đường chuyển tiếp;

s - độ rộng mặt đường;

S - độ dài mặt chuyển tiếp;

R - bán kính cong cua vỉa hè.

Hình 3.53 là ví dụ bản sơ đồ thiết kế độ cao nút giao thông phục vụ thi công tỉ lệ 1 : 250.

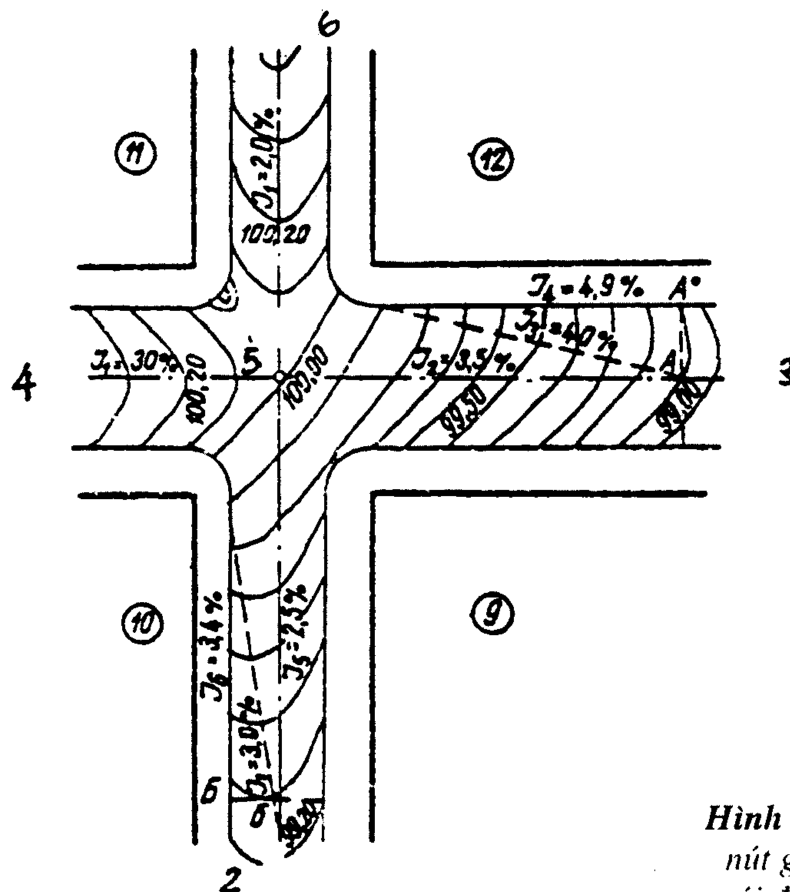


Hình 3.53. Sơ đồ thiết kế chi tiết độ cao nút giao thông.

3.8.3. Thiết kế quy hoạch độ cao nút giao thông theo phương pháp đường đồng mức đỏ

Thiết kế độ cao nút giao thông theo phương pháp đường đồng mức là việc làm sáng tạo, đòi hỏi kinh nghiệm và trí thông minh. Khi thiết kế đồng thời phải giải quyết nhu cầu giao thông, thoát nước mặt và xây dựng. Trình tự thiết kế như sau:

Ví dụ. Thiết kế nút giao thông với các thông số kĩ thuật ở hình 3.53 và hình 3.54. Chiều rộng tuyến 4-5-2 là S_1 = 9,00*m*; tuyến 2-5-6 là S_2 = 6,00*m*; khoảng cao đều cơ bản thiết kế h_0 = 0,10*m*.



Hình 3.54. Sơ đồ nút giao thông với đường đồng mức đỏ.

- Tính khoảng cách giữa các đường đồng mức dọc theo các tim đường, sống đường và mép đường theo công thức:

$$d_i = \frac{h_o}{i_j} \quad (3.8.14)$$

Trong đó :

i_j - độ dốc theo các hướng tương ứng.

Kết quả tính ở bảng 3.9.

Bảng 3.9. Khoảng cách giữa các đường đồng mức dọc.

d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7
3,33*m*	2,86	2,52	2,04	4,00	3,00	5,00

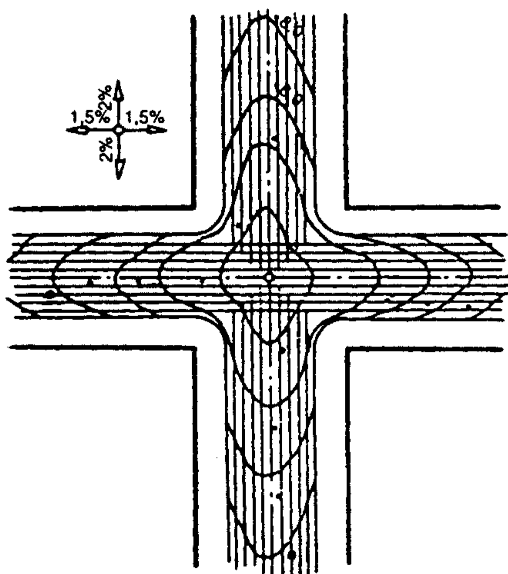
- Từ điểm 5 dọc theo hướng điểm 4 xác định vị trí các đường đồng mức theo khoảng cách ở bảng 3.9.

- Xác định vị trí các đường đồng mức theo sống đường dịch chuyển ở các hướng 3-5 và 2-5.

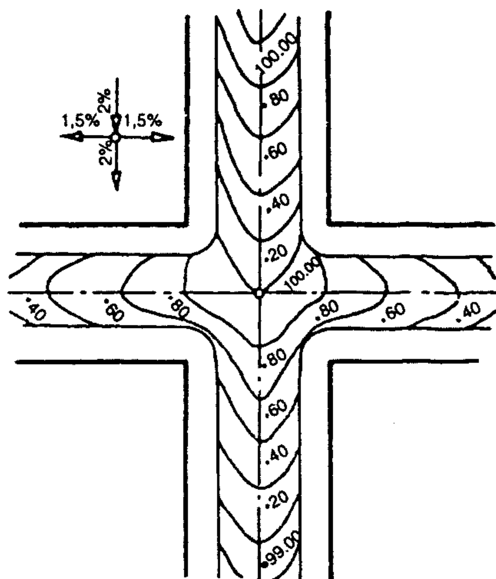
- Xác định vị trí các đường đồng mức theo mép đường A và B.

- Nối các điểm cùng cao độ thiết kế đã xác định ở trên lại với nhau, đồng ời vẽ đường đồng mức các phần còn lại có dạng đường parabôn theo ương pháp đã biết ở mục 3.7.2.

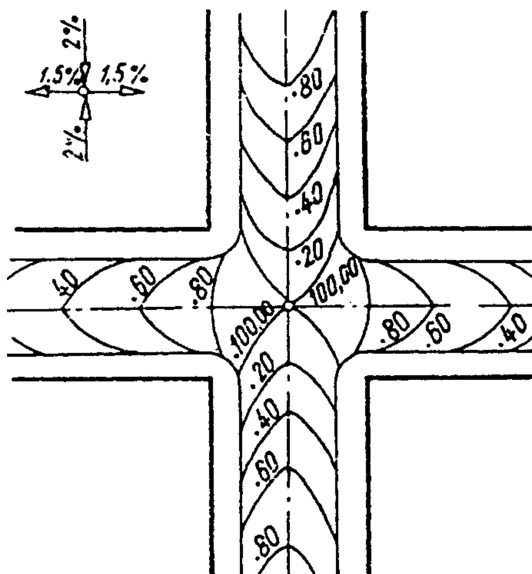
Dưới đây là các dạng địa hình và đường đường đồng mức đỏ tương ứng ình 3.55)



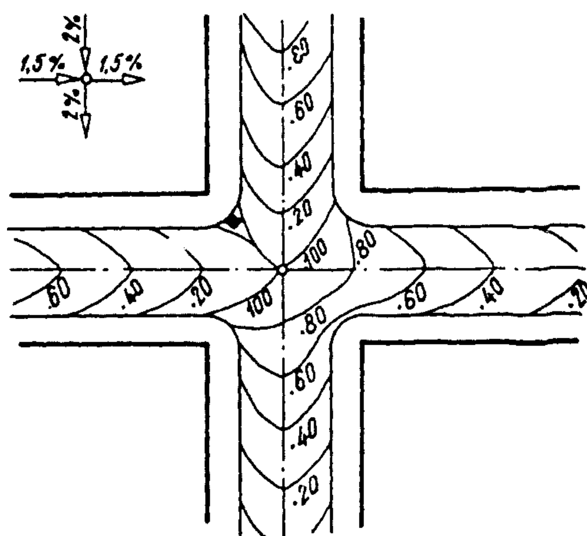
a. Nút giao thông nằm giữa đỉnh đồi.



b. Nút giao thông nằm giữa đường phân thủy.

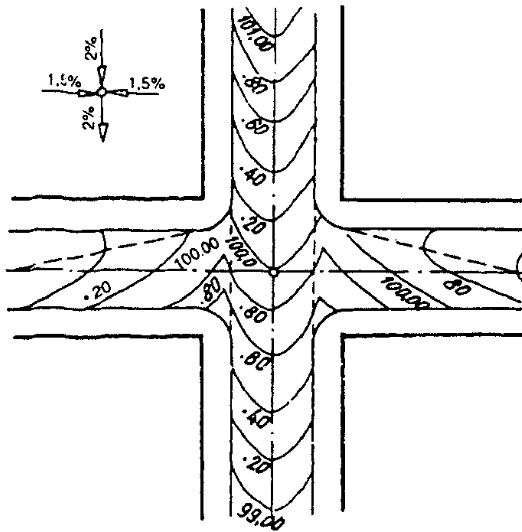


c. Nút giao thông nằm giữa đèo

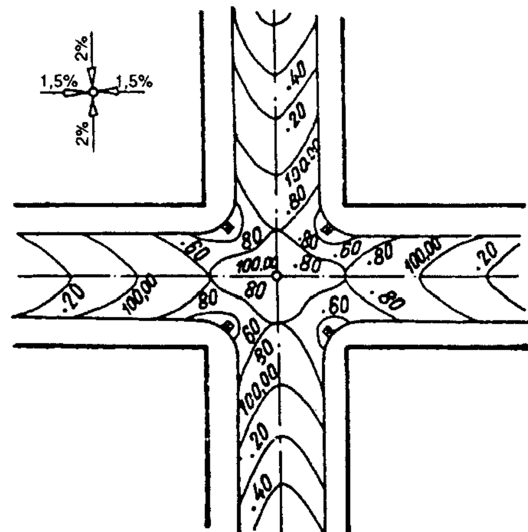


d. Nút giao thông nằm giữa điểm chia nước có ga thu nước

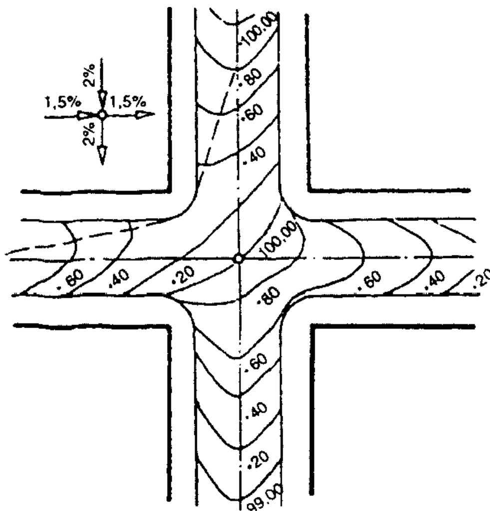
Hình 3.55a



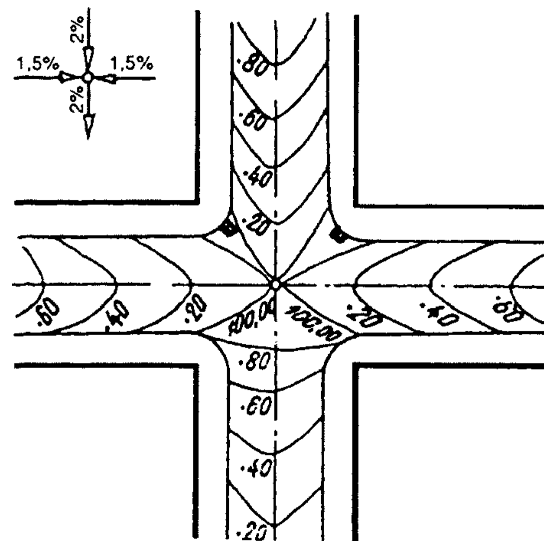
e. Nút giao thông nằm giữa điểm chia nước mặt thoát tự do.



f. Nút giao thông nằm giữa điểm hợp thủy có ga thu nước.



g. Nút giao thông nằm giữa điểm hợp thủy nước mặt chảy tự do



h. Nút giao thông nằm giữa chỗ thấp nhất các tuyến có ga thu nước.

Hình 3.55b

Chương 4
QUY HOẠCH CAO ĐỘ MẶT BẰNG KHU ĐÔ THỊ

4.1. THIẾT KẾ ĐỘ CAO MẶT PHẲNG

4.1.1. Tham số mặt phẳng thiết kế

Nội dung quy hoạch độ cao của các mặt bằng xây dựng là xác định cao độ tốt nhất của mặt bằng nhằm mục đích đạt khối lượng đào đắp nhỏ nhất, khối lượng đào bằng khối lượng đắp, khối lượng vận chuyển ít nhất, bề mặt địa hình bị phá vỡ nhỏ nhất...Mục tiêu xác định mặt bằng tối ưu là tương đối, sao cho đáp ứng tốt nhất các chỉ tiêu kinh tế, kĩ thuật, môi trường...

Phương trình mặt phẳng cần thiết kế có dạng:

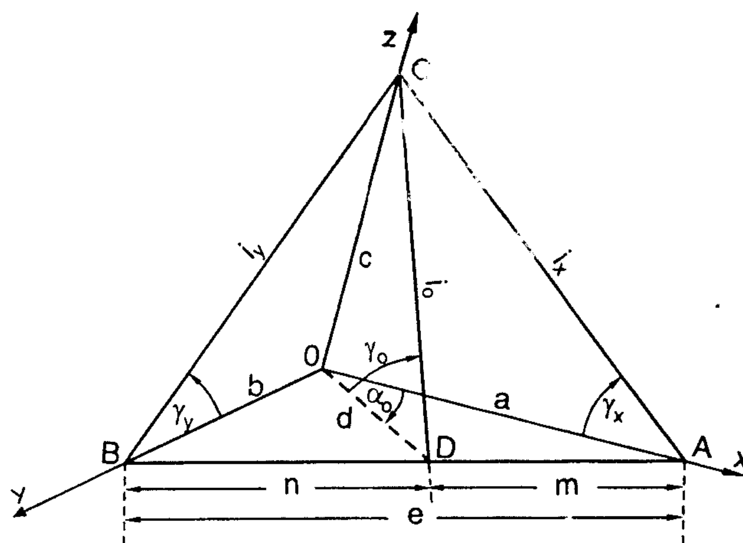
$$\frac{x}{a}+\frac{y}{b}+\frac{z}{c}=1 \qquad (4.1.1)$$

Trong đó :

x, y và z - tọa độ không gian của điểm nằm trên mặt phẳng thiết kế;

$z = H^{\text{thiết kế}}$ - độ cao mặt phẳng thiết kế;

a, b và c - trị số mặt phẳng thiết kế đi qua các trục tương ứng (hình 4.1).



Hình 4.1. Sơ đồ và các tham số mặt phẳng thiết kế.

Từ phương trình (4.1.1) nhận được:

$$x\frac{c}{a}+y\frac{c}{b}+z=c \tag{4.1.2}$$

Theo hình 4.1 viết được:

$$\begin{aligned} tg\gamma_x &= \frac{c}{a} = i_x \\ tg\gamma_y &= \frac{c}{b} = i_y \end{aligned} \tag{4.1.3}$$

Trong đó :

i_x, i_y - độ dốc của mặt phẳng theo các trục ox và oy.

Từ phương trình (4.1.2) viết được:

$$z = c - i_x.x - i_y.y \tag{4.1.4}$$

Đường CD có độ dốc lớn nhất tính theo công thức:

$$i_0 = i_{max} = tg\,\gamma_{max} = \frac{c}{d} \tag{4.1.5}$$

Từ hình 4.1 viết được :

$$d = \frac{a.b}{\sqrt{a^2+b^2}} \tag{4.1.6}$$

Sau khi biến đổi nhận được :

$$i_{max} = \frac{c\sqrt{a^2+b^2}}{a.b} = \sqrt{\frac{c^2}{b^2}+\frac{c^2}{a^2}} = \sqrt{i_x^2+i_y^2} \tag{4.1.7}$$

Hướng của đường có độ dốc lớn nhất trên mặt phẳng là α_{max}, tính theo công thức:

vì $$\cos\alpha_{max} = \frac{d}{a} \tag{4.1.8}$$

$$d = \frac{c}{i_{max}}$$

nên $$\cos\alpha_{max} = \frac{c}{i_{max}.a} = \frac{i_x}{i_{max}} \tag{4.1.9}$$

Tương tự: $$\sin\alpha_{max} = \frac{c}{i_{max}.b} = \frac{i_y}{i_{max}} \tag{4.1.10}$$

Từ các công thức trên ta có các công thức tính độ dốc của mặt phẳng:

$$i_x = i_{max}.\cos\alpha_{max}$$

$$i_y = i_{max}.\sin\alpha_{max}$$

$$tg\alpha_{max} = \frac{i_y}{i_x} \qquad (4.1.11)$$

4.1.2. Thiết kế độ cao mặt phẳng theo phương pháp giải tích

Độ cao thiết kế của các điểm nằm trên mặt phẳng quy hoạch tính theo công thức:

$$H_i^{tk} = z_i = c - i_x \cdot x_i - i_y \cdot y_i \qquad (4.1.12)$$

Trong đó :

i = 1 - n điểm nằm trên mặt phẳng thiết kế.

Phương trình số hiệu chỉnh có dạng:

$$v_i = h_i = H_i^{đỏ} - H_i^{đen} \qquad (4.1.13)$$

Trong đó :

h_i - cao độ thi công;

$H_i^{đỏ}$ - độ cao thiết kế;

$H_i^{đen}$ - độ cao hiện trạng.

Từ công thức (4.1.13) nhận được phương trình số hiệu chỉnh

$$v_i = c - x_i.i_x - y_i.i_y - H_i^{đen} \qquad (4.1.14)$$

Trong hệ phương trình số hiệu chỉnh (4.1.14) có ba ẩn số là c, i_x và i_y. Để tìm mặt phẳng gần với bề mặt địa hình nhất cần giải hệ phương trình trong điều kiện [vv] = min. Theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất, lập được hệ phương trình chuẩn:

$$n.c \quad - [x].i_x \ - [y].i_y \ - [H^{đen}] \ = 0$$

$$-[x].c \ + [xx].i_x + [xy].i_y + [xH^{đen}] \ = \ 0$$

$$-[y].c \ + [yx].i_x + [yy].i_y - [yH^{đen}] \ = 0 \qquad (4.1.15)$$

Ví dụ 1.

Xác định mặt phẳng thiết kế tối ưu trên hình 4.2, theo số liệu đo cao địa hình theo sơ đồ 1 (hình 3.1). Trong sơ đồ này độ cao địa hình được đo ở tâm các ô vuông. Số liệu đo ở bảng 4.1.

Bảng 4.1. Số liệu khảo sát mặt bằng khu vực xây dựng

Điểm	1	2	3	4	5	6	7	8
x	10	10	10	10	- 10	- 10	- 10	- 10
y	- 30	- 10	10	30	30	10	- 10	- 30
H^{den}	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	2,0	3,0	4,0

Sau khi giải hệ phương trình nhận được các ẩn số sau:

$c = 3{,}38m$; $i_x = -0{,}0625$; $i_y = +0{,}0325$

Tính kiểm tra theo công thức:

$[v] = 0$; $[v.y] = 0$.

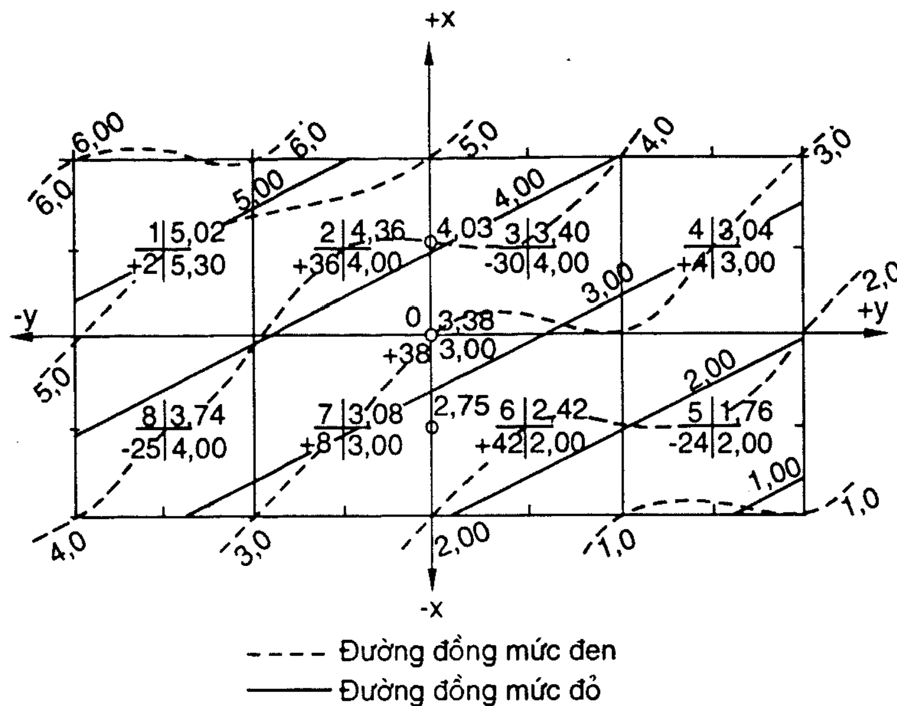
Đối với mạng đo cao theo sơ đồ 2 (hình 3.2), độ cao địa hình được đo tại các điểm đỉnh của lưới ô vuông.

Trong trường hợp này hệ phương trình có dạng:

$$
\begin{aligned}
&[p].c - [px].i_x - [py].i_y - [pH^{den}] = 0\\
&-[px].c + [pxx].i_x + [pxy].i_y + [pxH^{den}] = 0\\
&-[py].c + [pyx].i_x + [pyy].i_y + [pyH^{den}] = 0
\end{aligned}
\qquad (4.1.16)
$$

Trong đó:

$p_i = 1 - 4$, là trọng số tính theo số ô vuông đỉnh tham dự.



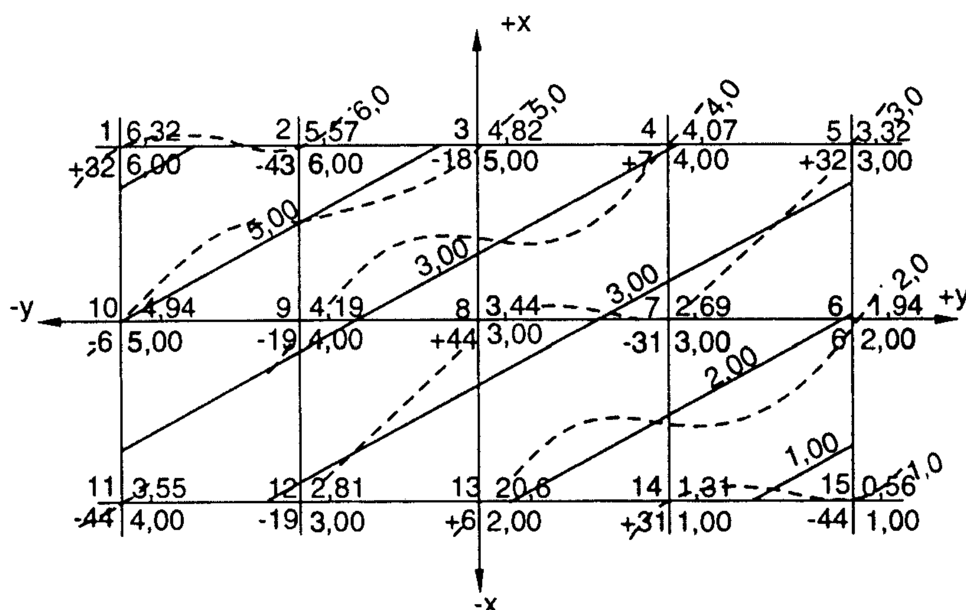
Hình 4.2. Thiết kế mặt phẳng tối ưu theo sơ đồ 1.

Ví dụ 2. Xác định mặt phẳng thiết kế tối ưu (hình 4.3), theo số liệu đo cao địa hình theo sơ đồ 2, độ cao địa hình đo ở đỉnh các ô vuông. Số liệu đo cho ở hình 4.3. Tính được các ẩn số :

$$c = 3{,}44m; \qquad i_x = -0{,}0688; \qquad i_y = +0{,}0375$$

Tính kiểm tra theo công thức:

$$[pv] = 0; \qquad [pxv] = 0 \qquad \text{và } [pyv] = 0 \qquad (4.1.17)$$



Hình 4.3. Thiết kế mặt phẳng tối ưu sơ đồ 2.

Trong hai ví dụ trên khi đi tìm các ẩn số c, i_x và i_y cần xác định tâm khu vực thiết kế để lập hệ tọa độ XOY. Khi đó nhận được:

$$[x] = 0; [y] = 0; [xy] = 0 \qquad (4.1.18)$$

hoặc $\quad [px] = 0; [py] = 0; [pxy] = 0 \qquad (4.1.19)$

Trong trường hợp này các hệ phương trình (4.1.15), (4.1.16) trở lên đơn giản và dễ dàng nhận được các ẩn số cần tìm theo công thức:

$$c = \frac{\sum H_i^{den}}{n}; \quad i_x = -\frac{\sum x_i H_i^{den}}{\sum x_i^2}; \quad i_y = -\frac{\sum y_i H_i^{den}}{\sum y_i^2} \qquad (4.1.20)$$

hoặc theo công thức:

$$c = \frac{\sum p_i H_i^{den}}{\sum p_i}; \quad i_x = -\frac{\sum p_i x_i H_i^{den}}{\sum p_i x_i^2}; \quad i_y = -\frac{\sum p_i y_i H_i^{den}}{\sum p_i y_i^2} \qquad 4.1.21)$$

Qua hai ví dụ trên đi đến các kết luận:

- Thiết kế mặt phẳng theo sơ đồ 2 chính xác hơn sơ đồ 1;

- Để khối lượng đào đắp nhỏ nhất khi trọng số các điểm ở góc lấy bằng 1, ở cạnh lấy bằng 2 còn ở giữa lấy bằng 4;

- Mặt phẳng thiết kế có khối lượng đào đắp nhỏ nhất sẽ có khối lượng vận chuyển nhỏ nhất;

- Tất cả các mặt phẳng đi qua điểm trọng tâm của khu vực luôn có khối lượng đào bằng khối lượng đắp. Điểm trọng tâm của khu vực tính theo công thức :

$$H_{tb}^{đen} = \frac{\sum p_i \cdot H_i^{đen}}{\sum p_i} \tag{4.1.22}$$

- Mặt thiết kế đi theo hướng có độ dốc lớn nhất sẽ có khối lượng đào đắp nhỏ nhất. Hướng dốc nhất tính theo công thức:

$$i_{max} = \sqrt{i_x^2 + i_y^2} = \frac{[p_i \cdot i_i]}{[p_i]} \tag{4.1.23}$$

4.1.3. Thiết kế độ cao khu vực với hai mặt phẳng theo phương pháp giải tích

Trên thực tế nhiều khi phải thiết kế hai mặt phẳng trong khu vực xây dựng. Các mặt phẳng thiết kế độc lập theo phương pháp đã trình bày ở phần trên. Nội dung ở đây là xác định đường giao tuyến của hai mặt phẳng đó.

Trong khu vực xây dựng (hình 4.4), cần xác định đường phân thủy. Đường đó chính là giao tuyến A-A của hai mặt phẳng I và II. Để xác định hai mặt phẳng nghiêng này cần thiết kế theo sơ đồ 3, mục 3.2.1 (hình 3.3).

Trình tự thiết kế như sau:

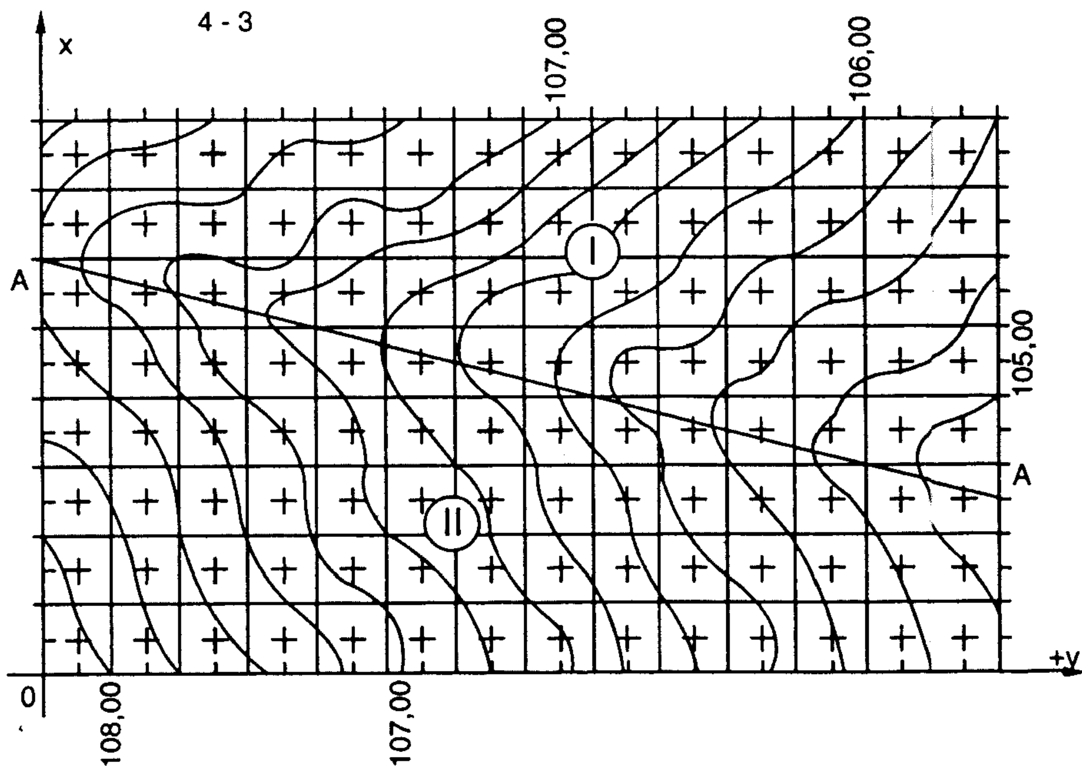
- Xác định trọng tâm của hai mặt phẳng H_I^{tb} và H_{II}^{tb}.

- Tính độ dốc thành phần của các mặt phẳng i'_x, i'_y, i''_x và i''_y theo công thức (4.1.11).

- Phương trình các mặt phẳng thiết kế có dạng:

$$x.i'_x + y.i'_y + z - c' = 0$$

$$x.i''_x + y.i''_y + z - c'' = 0 \tag{4.1.24}$$



—— *Đường đồng mức đen*

Hình 4.4. *Sơ đồ thiết kế hai mặt phẳng.*

Các phương trình trên đồng thời là phương trình của mặt phẳng chứa đường giao tuyến A-A. Độ cao các điểm nằm trên đường giao tuyến đồng thời cũng nằm trên hai mặt phẳng kia:

$$z = c' - x.i'_x - y.i'_y \tag{4.1.25}$$

và

$$z = c'' - x.i''_x - y.i''_y \tag{4.1.26}$$

Từ đó nhận được:

$$x(i''_x - i'_x) + y(i''_y - i'_y) = c'' - c' \tag{4.1.27}$$

Khi cho các giá trị đã xác định của x sẽ tính được các giá trị y trong hệ tọa độ cục bộ:

$$y = \frac{(c''-c') - x(i''_x - i'_x)}{(i''_y - i'_y)} \tag{4.1.28}$$

Bài toán trên có lời giải tốt khi đã có sự xác định sơ bộ đường giao tuyến trên bản vẽ để đưa ra các giá trị tọa độ x sát thực. Lời giải trên sẽ chính xác nếu đường giao tuyến có hai điểm xác định độ cao từ các mốc trắc địa.

4.1.4. Thiết kế độ cao mặt phẳng theo các điểm mốc

Trong quy hoạch độ cao mặt bằng khu đô thị thường xuyên phải xác định các mặt phẳng đi qua các điểm có độ cao cố định cho trước như các công trình cũ cần giữ lại, hệ thống công trình ngầm đã được xây... Như vậy, quy hoạch độ cao mặt bằng khu đô thị phụ thuộc vào số điểm cũ cho trước, và sau đây là các lời giải cụ thể.

1. Mặt bằng thiết kế đi qua một điểm mốc

Phương trình của mặt phẳng thiết kế có dạng :

$$z = c - x.i_x - y.\,i_y \tag{4.1.29}$$

Mặt phẳng thiết kế cần phải đi qua điểm M có tọa độ (x_M, y_M, z_M). Từ đó viết được

$$z_M = c - x_M i_x - y_M i_y \tag{4.1.30}$$

hay

$$c = z_M + x_M i_x + y_M i_y \tag{4.1.31}$$

Thay c vào phương trình (4.1.29) được:

$$z = z_M + (x_M - x)i_x + (y_M - y)i_y \tag{4.1.32}$$

Độ cao công tác của các điểm tính theo phương trình số hiệu chỉnh

$$v_i = [z_M + (x_M - x)i_x + (y_M - y)i_y] - H_i^{den} \tag{4.1.33}$$

Trong đó :

$v_i = h_i$ - độ cao công tác điểm chi tiết i, i =1 - n;

H_i^{den} - độ cao hiện trạng điểm chi tiết i.

Đặt:

$$(x_M - x) = a_i; \quad (y_M - y) = b_i; \quad (z_M - H_i^{den}) = l_i \tag{4.1.34}$$

Khi đó phương trình số hiệu chỉnh có dạng:

$$a_i i_x + b_i i_y + l_i = v_i. \tag{4.1.35}$$

Nếu xác định trọng số của các hình p_i tỉ lệ thuận với diện tích của chúng, khi giải hệ phương trình số hiệu chỉnh (4.1.35) trong điều kiện [pvv] = min, sẽ nhận được các phương trình chuẩn:

$$[paa].i_x + [pab].i_y + [pal] = 0$$

$$[pab].i_x + [pbb].i_y + [pbl] = 0 \tag{4.1.36}$$

Giải hệ phương trình trên nhận được :

$$i_x = \frac{[paa].[pbl] - [pbb].[pal]}{[paa].[pbb] - [pab].[pab]}$$

$$i_y = \frac{[pab].[pal] - [paa].[pbl]}{[paa].[pbb] - [pab].[pab]} \quad (4.1.37)$$

Trường hợp khu vực xây dựng cần thiết kế hai mặt phẳng đi qua hai điểm cho trước, theo phương pháp đã biết ở phần trước chúng ta xác định hai mặt phẳng với các độ dốc tương ứng của chúng. Sau đó đi tìm giao tuyến của hai mặt phẳng vừa thiết kế.

Hai mặt phẳng thiết kế đi qua hai điểm cho trước, đồng thời đi qua một điểm chung M_3, khi đó chúng có các phương trình tương ứng :

$$z = z_{M3} + (x_{M3} - x)i'_x + (y_{M3} - y)i'_y$$

$$z = z_{M3} + (x_{M3} - x)i''_x + (y_{M3} - y)i''_y \quad (4.1.38)$$

Phương trình đường giao tuyến của hai mặt phẳng :

$$(x_{M3} - x)i'_x + (y_{M3} - y)i'_y = (x_{M3} - x)i''_x + (y_{M3} - y)i' \quad (4.1.39)$$

Trên bản vẽ cần xác định tọa độ x của một điểm trên đường giao tuyến, điểm thứ hai là điểm đã biết, khi đó tọa độ y của nó xác định theo công thức:

$$y = y_{M3} + \frac{i'_x - i''_x}{i'_y - i''_y}(x_{M3} - x) \quad (4.1.40)$$

2. Mặt phẳng thiết kế đi qua hai điểm móc

Hai điểm cho trước có các tọa độ tương ứng là (x_{M1}; y_{M1}; z_{M1}) và (x_{M2}; y_{M2}; z_{M2}). Mặt phẳng thiết kế cần đi qua hai điểm đó, từ đó viết được

$$z = c - x_{M1}.i_x - y_{M1}i_y$$

$$z = c - x_{M2}.i_x - y_{M2}i_y \quad (4.1.41)$$

Qua hai điểm trên sẽ có một tập hợp các mặt phẳng với các độ dốc khác nhau. Theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất để xác định độ dốc của mặt phẳng sẽ cho kết quả khối lượng đào đắp nhỏ nhất. Sau khi giải hệ phương trình (4.1.41) sẽ cho kết quả:

$$i_x = -\frac{(z_2 - z_1) + i_y(y_2 - y_1)}{x_2 - x_1} \quad (4.1.42)$$

Thay giá trị i_x vào phương trình (4.1.41), nhận được:

$$c = z_1 + y_1 i_y - \frac{(z_2 - z_1) + i_y (y_2 - y_1)}{x_2 - x_1} \quad (4.1.43)$$

hoặc

$$c = \frac{(z_1 x_2 - z_2 x_1)}{x_2 - x_1} + \frac{(y_1 x_2 - y_2 x_1)}{x_2 - x_1} i_y \quad (4.1.44)$$

Sau khi thay giá trị i_x, ở phương trình (4.1.42) và c ở (4.1.43) nhận được:

$$z = c - i_x.x - i_y.y \quad (4.1.45)$$

Phương trình mặt phẳng thiết kế, đi qua hai điểm mốc có dạng :

$$x = c - \alpha.i_y - \beta \quad (4.1.46)$$

Trong đó :

$$\alpha = \frac{(y_1 x_2 - y_2 x_1)}{x_2 - x_1} + \frac{(y_1 - y_2)}{x_2 - x_1} x - y' \quad (4.1.47)$$

$$\beta = \frac{(z_1 x_2 - z_2 x_1)}{x_2 - x_1} + \frac{(z_2 - z_1)}{x_2 - x_1} x \quad (4.1.48)$$

Trường hợp mặt phẳng đi qua n điểm cho trước, phương trình số hiệu chỉnh, hay là phương trình độ cao công tác có dạng:

$$v'_i = \alpha_{1i} y + \beta_1 - H_i^{thiết\ kế} \quad (4.1.49)$$

Nếu kí hiệu :

$$\beta_1 - H_i^{thiết\ kế} = l_i$$

khi giải hệ phương trình (4.1.49) trong điều kiện [pvv] = min,

với $1 < p_i < 1$, sẽ nhận được công thức tính độ dốc của mặt phẳng

$$i_y = - \frac{[p.l]}{[p.a]} \quad (4.1.50)$$

3. Mặt phẳng thiết kế đi qua ba điểm mốc

Giả sử có ba điểm với tọa độ cho trước là $M_1(x_1,y_1,z_1)$, $M_2(x_2,y_2,z_2)$, và $M_3(x_3,y_3,z_3)$. Cần phải xác định mặt phẳng đi qua ba điểm đó. Phương trình mặt phẳng đó phải thỏa mãn :

$$c = x_1 + i_x.x_1 + i_y.y_1$$

$$c = x_2 + i_x.x_2 + i_y.y_2$$

$$c = x_3 + i_x.x_3 + i_y.y_3 \quad (4.1.50)$$

Từ các phương trình trên nhận được :

$$z_2 - z_1 = (x_1 - x_2).i_x + (y_1 - y_2).i_y$$

$$z_3 - z_1 = (x_1 - x_3).i_x + (y_1 - y_3).i_y \qquad (4.1.51)$$

Sau khi biến đổi, nhận được:

$$i_x = \frac{(z_2 - z_1)(y_1 - y_3) - (z_3 - z_1)(y_1 - y_2)}{(x_1 - x_2)(y_1 - y_3) - (x_1 - x_3)(y_1 - y_2)} \qquad (4.1.52)$$

và $$i_y = \frac{(z_3 - z_1)(x_1 - x_2) - (z_2 - z_1)(x_1 - x_3)}{(x_1 - x_2)(y_1 - y_3) - (x_1 - x_3)(y_1 - y_2)} \qquad (4.1.53)$$

Dạng khác của công thức tính độ dốc mặt phẳng :

$$i_x = \frac{y_1(z_2 - z_3) + y_2(z_3 - z_1) + y_3(z_1 - z_2)}{y_1(x_3 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_1)} \qquad (4.1.54)$$

$$i_y = \frac{y_1(z_3 - z_2) + x_2(z_1 - z_3) + x_3(z_2 - z_1)}{y_1(x_3 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_1)} \qquad (4.1.55)$$

Sau khi tính độ dốc của mặt phẳng thiết kế theo công thức (4.1.55), thay vào công thức (4.1.50) tính được hệ số c của mặt phẳng.

4.1.5. Thiết kế độ cao mặt phẳng theo phương pháp tọa độ cực

Mặt phẳng thiết kế được đặc trưng bằng tọa độ điểm gốc $O(x_0,y_0,z_0)$ và độ dốc lớn nhất i_{max}, cùng với hướng của nó α_{max}(hình 4.5,a).

Tọa độ điểm gốc lấy theo trọng tâm của mặt phẳng thiết kế

$$\frac{z_o = [p.H^{thiếtkế}]}{[p]} \qquad (4.1.56)$$

Tất cả các mặt phẳng thiết kế đi qua điểm tâm trên đều có khối lượng đào bằng khối lượng đắp. Mặt phẳng thiết kế sẽ có khối lượng đào đắp nhỏ nhất khi hướng dốc nhất thiết kế i_{max} được chọn theo hướng dốc nhất của địa hình.

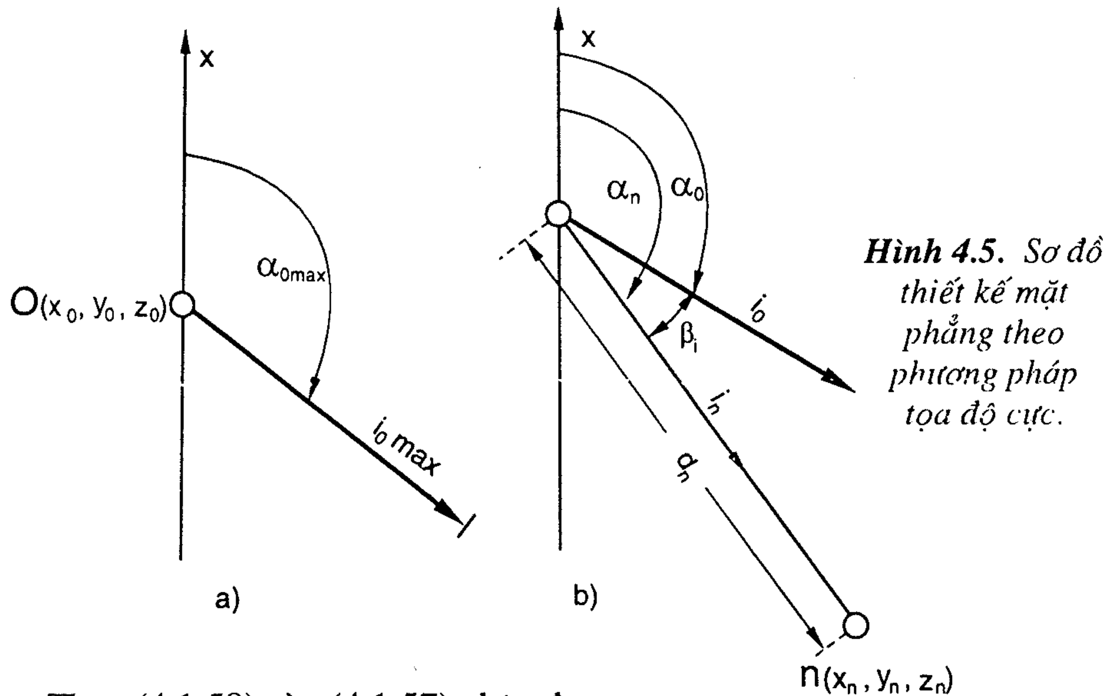
Mặt phẳng thiết kế đi qua điểm trọng tâm có dạng

$$i_x(x_0 - x) + i_y(y_0 - y) + (z_0 - z) = 0 \qquad (4.1.57)$$

Độ dốc thành phần tính theo độ dốc lớn nhất

$$i_x = i_{max}\cos\alpha_{max},$$

$$i_y = i_{max}\sin\alpha_{max} \qquad (4.1.58)$$



Hình 4.5. Sơ đồ thiết kế mặt phẳng theo phương pháp tọa độ cực.

Thay (4.1.58) vào (4.1.57) nhận được:

$$i_{max}\cos\alpha_{max}(x_0 - x) + i_{max}\sin\alpha_{max}(y_0 - y) + (z_0 - z) = 0 \qquad (4.1.59)$$

Phương trình 4.1.59 là phương trình của mặt phẳng thiết kế biểu diễn thông qua điểm tâm O và độ dốc lớn nhất i_{max} cùng với hướng α_{max} của nó.

Điểm nằm trong mặt phẳng thiết kế phải thỏa mãn phương trình:

$$z = z_0 + i_{max}\cos\alpha_{max}(x_0 - x) + i_{max}\sin\alpha_{max}(y_0 - y) \qquad (4.1.60)$$

Từ hình 4.5,b cho thấy độ cao $H_i^{\text{thiết kế}}$ của điểm i nằm trong mặt phẳng thiết kế tính theo công thức:

$$H_i^{\text{thiết kế}} = z_0 + i_i.d_i \qquad (4.1.61)$$

Trong đó :

$$i_i = i_{max}.\cos\beta_i,$$

$$d_i = \frac{(x_o - x_i)}{\sin\alpha_i} \qquad (4.1.62)$$

Các công thức (4.1.61) và (4.1.62) là cơ sở để thiết kế mặt phẳng theo các phương pháp giải tích, đồ giải và giải tích kết hợp với đồ giải. Phương pháp đồ giải cho kết quả nhanh nhất và đảm bảo đủ độ chính xác cần thiết.

1. Phương pháp giải tích trong thiết kế độ cao mặt phẳng

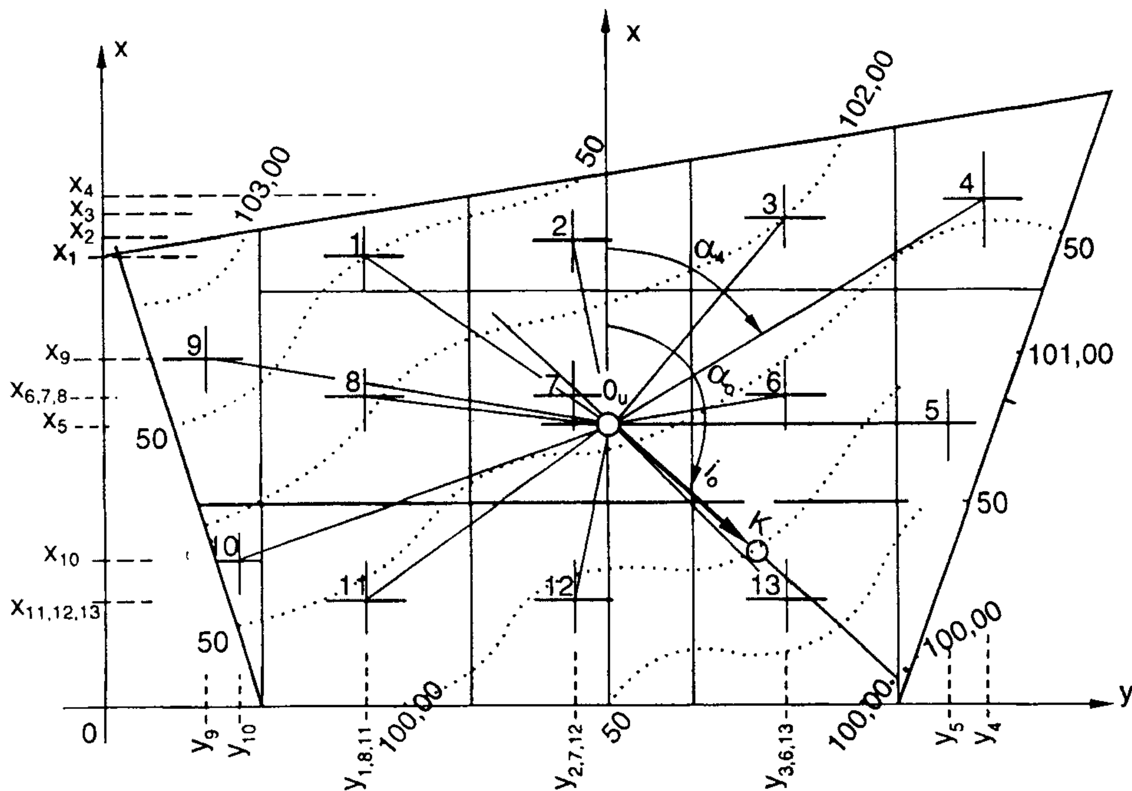
Thiết kế mặt phẳng theo phương pháp giải tích thực hiện theo trình tự sau:

- Tính tọa độ điểm trọng tâm của khu vực xây dựng cần thiết kế quy hoạch theo công thức:

$$x_0 = \frac{\sum p_i x_i}{\sum p_i}; \quad y_0 = \frac{\sum p_i y_i}{\sum p_i} \qquad (4.1.63)$$

Trong đó :

p_i - trọng số tính theo diện tích của các hình có độ cao tương ứng (hình 4.6).



Hình 4.6. *Sơ đồ thiết kế mặt phẳng theo phương pháp giải tích.*

- Tính độ cao thiết kế của điểm tâm O nằm trong khu vực xây dựng:

$$z_0 = H_0^{\text{thiết kế}} = \frac{\sum p_i \cdot H_i^{\text{đen}}}{\sum p_i} \qquad (4.1.64)$$

Trong đó :

$H_i^{\text{đen}}$ - độ cao địa hình của điểm i;

Trọng số tính theo diện tích hình i, sao cho $0 < p_i < 1$.

- Xác định độ dốc lớn nhất i_{max}. Độ dốc được chọn sao cho thỏa mãn các yêu cầu kinh tế kĩ thuật của công trình, nếu không thì chọn theo hướng có độ dốc lớn nhất của địa hình. Khi đó khối lượng đào đắp sẽ nhỏ nhất.

- Tính góc định hướng của các điểm chi tiết theo công thức:

$$tg\alpha_i = \frac{(y_i - y_0)}{x_i - x_0} \tag{4.1.65}$$

- Tính khoảng cách từ các điểm chi tiết tới điểm tâm:

$$d_i = (y_i - y_o)/\sin\alpha_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 - (y_i - y_0)^2} \tag{4.1.66}$$

- Tính độ cao thiết kế của các điểm chi tiết:

$$z_i = H_i^{thiết\ kế} = z_0 + i_i.d_i \tag{4.1.67}$$

- Tính độ cao công tác của các điểm chi tiết:

$$h_i = H_i^{đỏ} - H_i^{đen} \tag{4.1.68}$$

hoặc tính số hiệu chỉnh:

$$v_i = z_i - H_i^{đen}$$

Trong đó :

$$i = 1 - n.$$

Số liệu thiết kế trên rất phù hợp khi tính với sự trợ giúp của máy tính, kết quả thể hiện dưới dạng các bảng tính.

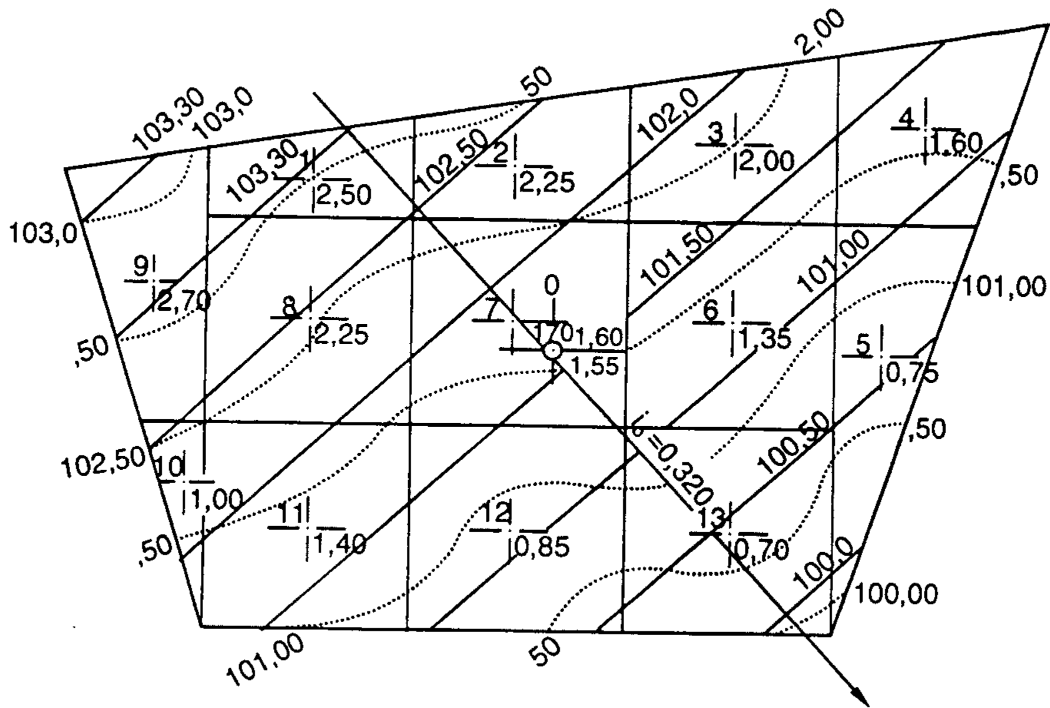
2. Phương pháp tọa độ cực trong thiết kế độ cao mặt phẳng

Trình tự thiết kế mặt phẳng theo phương pháp tọa độ cực giải như sau (hình 4.7):

- Xác định vị trí điểm tâm O khu vực xây dựng cần thiết kế và độ cao thiết kế của nó $H_0^{thiết\ kế}$.

- Chọn độ dốc thiết kế lớn nhất i_{max} và hướng α của nó. Hướng dốc nhất của mặt phẳng thiết kế thường chọn theo hướng dốc nhất của địa hình.

- Xác định khoảng cách d giữa các đường đồng mức đỏ, dựa trên khoảng cao đều cơ bản h theo thiết kế, hướng dốc nhất i_{max} vừa chọn và các đường đồng mức đen trên bản vẽ. Trong hình 4.7 cao độ thiết kế được chọn $H_0^{thiết\ kế} = 101,60m$, trên cơ sở đó kẻ các đường vuông góc với hướng dốc nhất đã chọn.



Hình 4.7. Sơ đồ thiết kế mặt phẳng theo phương pháp toạ độ cực.

- Tính cao độ công tác các điểm chi tiết:

$$h_i = H_i^{thiết\ kế} - H_i^{đen} \quad (4.1.70)$$

Khi thiết kế mặt phẳng cần giữ lại một vài điểm cho trước, thì phương pháp đồ giải sẽ cho khả năng thiết kế nhanh nhất, đủ độ chính xác cần thiết và mặt phẳng thiết kế tìm được là tối ưu nhất.

Dưới đây là trình tự thiết kế mặt phẳng qua hai điểm cho trước:

- Cho hai điểm A và B (hình 4.8,a).

- Tính độ dốc hướng A-B theo đường thẳng A-B.

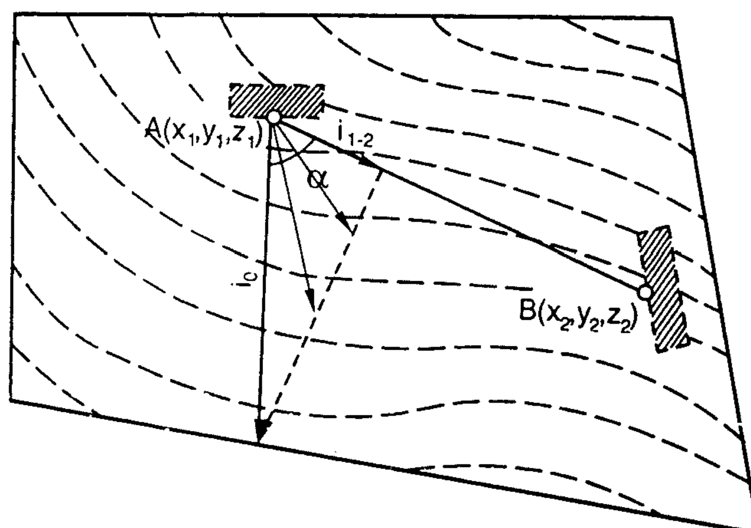
- Chuyển độ dốc i_{A-B} lên bản vẽ theo tỉ lệ.

- Tại đầu độ dốc vừa vẽ, kẻ đường thẳng vuông góc với đường thẳng A-B.

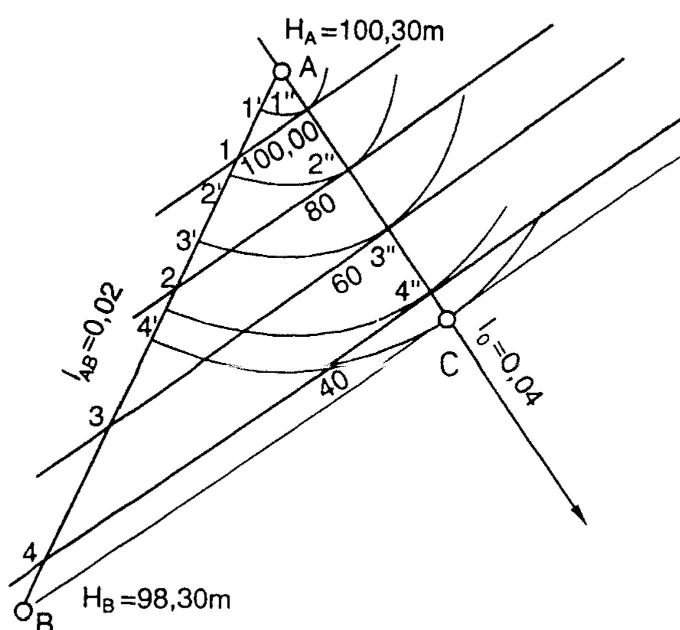
- Dựa theo địa hình, xác định độ lớn và góc α của hướng dốc nhất.

- Chọn độ cao thiết kế $H_A^{thiết.kế}$ của điểm A. Các bước tiếp theo làm tương tự như phần trên, với điểm A làm tâm.

Thiết kế mặt phẳng qua hai điểm cho trước với độ dốc i_0 theo yêu cầu (hình 4.9):



Hình 4.8. Sơ đồ thiết kế mặt phẳng qua hai điểm cho trước



Hình 4.9. Sơ đồ thiết kế mặt phẳng qua hai điểm cho trước với độ dốc i_0.

Các bước làm tương tự phần trên, cho đến khi xác định được độ dốc i_{A-B} của đường thẳng A-B trên bản vẽ và độ cao thiết kế của điểm A với $H_A^{thiết.kế}$. Sau đó từ điểm A vẽ vị trí các đường đồng mức thiết kế đi qua đường thẳng A-B, với độ dốc i_{A-B} đã biết, xác định được các điểm j =1- n. Cũng trên đường thẳng A-B xác định vị trí các đường đồng mức với độ dốc thiết kế i_0 theo yêu cầu, ví dụ $i_0 = 0,04$, xác định được các điểm j' = 1' - n'.

Lấy điểm A làm tâm quay các cung với bán kính $R_{Aj'}$. Tại các điểm j kẻ đường tiếp tuyến với các cung có bán kính R_{Aj}, xác định được các điểm j'' = 1''- n''.

Các đường thẳng j - j'' là đường đồng mức thiết kế có độ dốc theo yêu cầu.

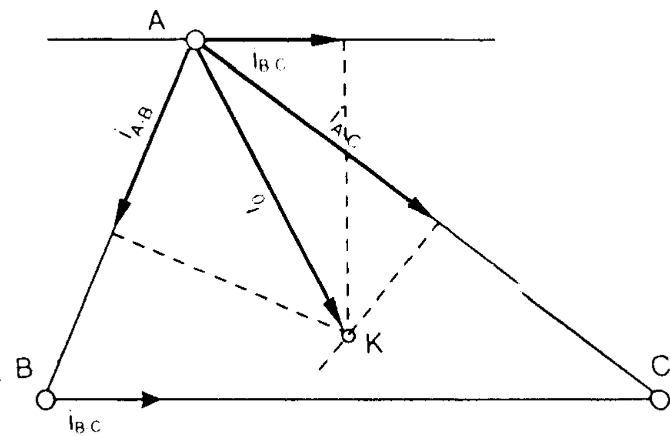
Ví dụ.

$i_{A-B} = 0{,}02$, $i_0 = 0{,}04$ (hình 4.9).

Trường hợp thiết kế mặt phẳng qua ba điểm cho trước (hình 4.10):

- Tính độ dốc của các đường thẳng nối các điểm cho trước i_{AB}, i_{AC} và i_{BC}.

- Thể hiện các độ dốc trên theo tỉ lệ tại điểm A. Điểm K là giao điểm của các đường vuông góc đi qua đỉnh các độ dốc. Đoạn AK là véctơ độ dốc mặt phẳng thiết kế cần tìm.



Hình 4.10. *Thiết kế mặt phẳng qua ba điểm cho trước.*

- Xác định độ cao thiết kế tại điểm A là $H_A^{thiết.kế}$. Mặt phẳng thiết kế được xác định.

3. Phương pháp giải tích - đồ thị trong thiết kế độ cao mặt phẳng

Trình tự thiết kế như sau:

- Xác định điểm trọng tâm khu vực cần thiết kế theo phương pháp đồ giải. Trên hình 4.11 là sơ đồ xác định điểm trọng tâm khu vực thết kế dựa theo các hình cơ bản là tam giác, hình vuông, hình thang. Xác định tọa độ các điểm trọng tâm $i(x_i,y_i)$ và các trọng số tương ứng p_i. Tọa độ đểm trọng tâm của khu vực xây dựng là tọa độ trung bình của các điểm trọng tâm của các hình vừa tính, như phương pháp giải tích:

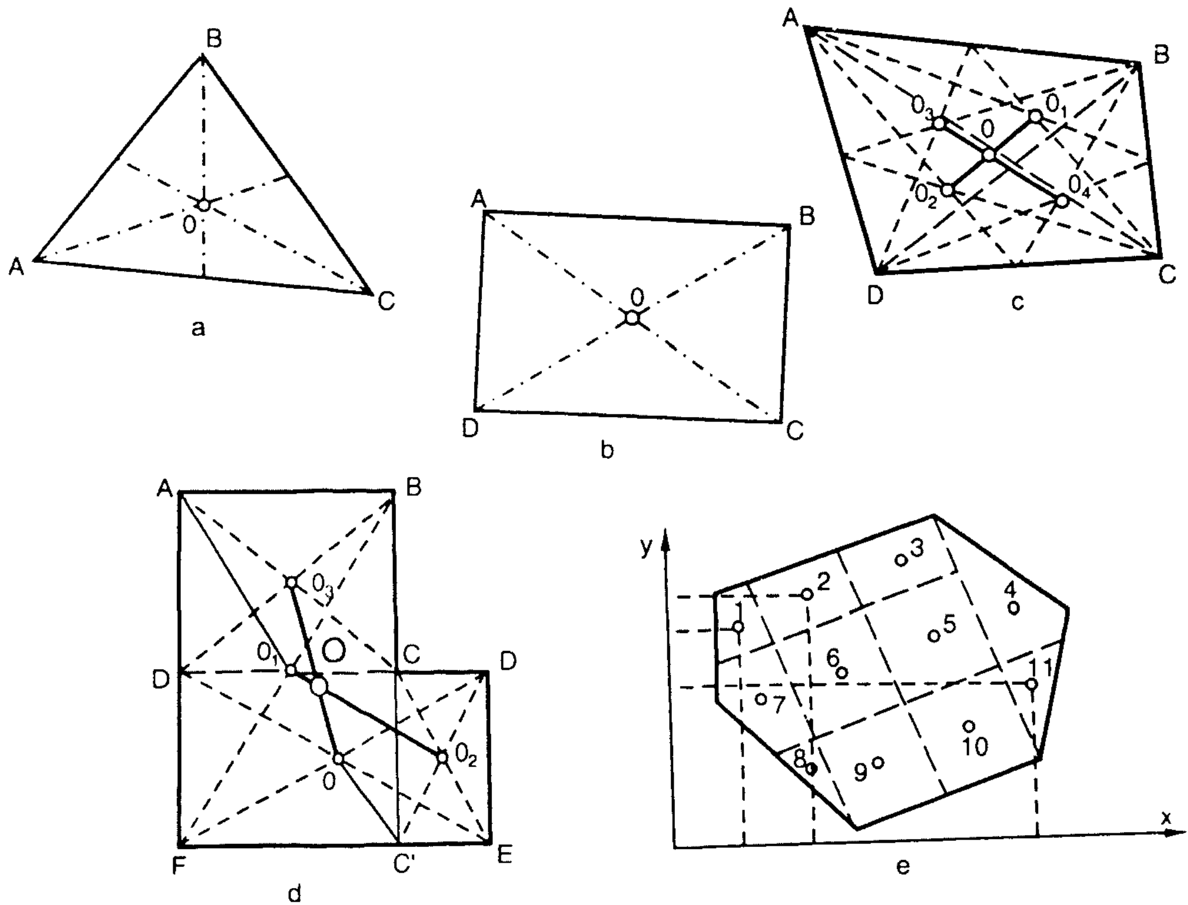
$$x_o = \frac{\sum x_i \cdot p_i}{\sum P_i} \qquad (4.1.71)$$

$$y_0 = \frac{\sum y_i \cdot p_i}{\sum P_i} \qquad (4.1.72)$$

- Chọn véctơ độ dốc i_{max} và hướng α_{max}, sau đó biểu diễn lên bản vẽ theo tỉ lệ. (Hình 4.12). Ví dụ độ dốc 0,01 tương ứng 5*cm*.

- Xác định hai vòng tròn đối xứng nhau có tâm O với bán kính i_{max}, trên hướng có độ dốc lớn nhất. Nối điểm O với các điểm chi tiết, xác định được các cung d_i, giới hạn bởi các đường tròn. Đó chính là độ dốc của các mặt

phẳng từ tâm điểm O đi các hướng điểm i, xác định theo phương pháp đồ giải. Theo phương pháp giải tích cũng có thể tính được các độ dốc



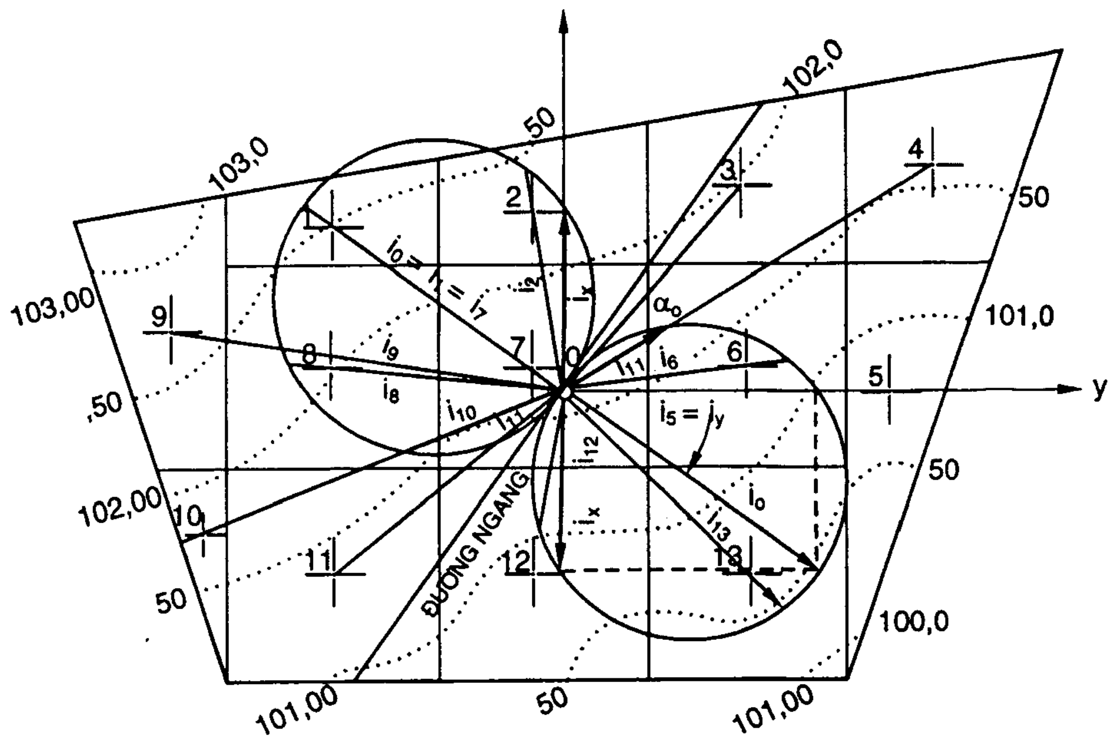
Hình 4.11. Sơ đồ xác định điểm trọng tâm.

$$i_i = i_{max}\cos(\alpha_i - \alpha_{max}). \qquad (4.1.73)$$

- Xác định các thông số d_i, i_i theo phương pháp đồ giải, sau đó tính cao độ công tác của các điểm chi tiết:

$$z_i = H_i^{thiết kế} = z_0 + i_i.d_i \qquad (4.1.74)$$

Bản vẽ thiết kế mặt phẳng thường thực hiện trên bản đồ tỉ lệ lớn 1: 250, 1: 200, với khoảng cao đều cơ bản h = 0,2 hoặc 0,1*m*.



Hình 4.12. Sơ đồ thiết kế mặt phẳng theo phương pháp giải tích đồ giải.

4.1.6. Thiết kế độ cao mặt bằng xây dựng với các mặt phẳng

1. Phương pháp tọa độ cực

Thông thường phải thiết kế nhiều mặt phẳng khác nhau trên địa hình phức tạp theo phương pháp giải tích - đồ giải. Có nhiều phương pháp thiết kế như phương pháp tọa độ cực, phương pháp mặt phẳng nằm ngang, phương pháp số bình phương nhỏ nhất, phương pháp đường đồng mức ... Trình tự thiết kế theo phương pháp tọa độ cực như sau:

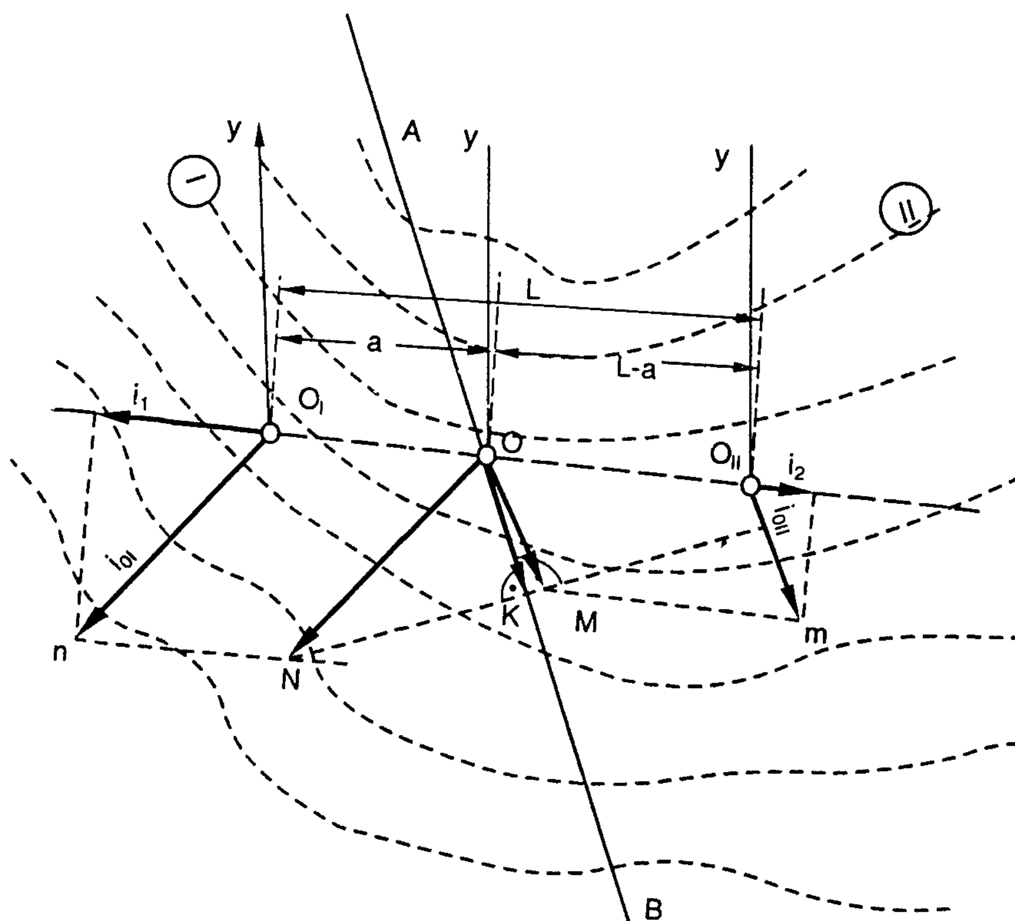
- Trên bản đồ quy hoạch xác định số mặt phẳng thiết kế và tọa độ điểm trọng tâm của chúng theo các phương pháp đã biết ở phần trên (hình 4.13).

- Xác định điểm trọng tâm của hai mặt phẳng thiết kế, nằm trên đường ranh giới A-B. Điểm trọng tâm O chính là giao điểm của đường nối hai điểm trọng tâm hai mặt phẳng và đường ranh giới.

- Xác định vị trí điểm tâm O.

- Tính độ cao thiết kế:

$$H_O^{\text{thiết kế}} = H_1^{\text{thiết kế}} + a.i_1 = H_2^{\text{thiết kế}} + (i - a)i_2 \qquad (4.1.75)$$



***Hình 4.13**. Sơ đồ thiết kế hai mặt phẳng.*

Trong đó :

Khoảng cách giữa tâm hai mặt phẳng tính theo công thức :

$$l_{1\text{-}2} = \frac{y_2 - y_1}{\sin\alpha_{1-2}} = \frac{x_2 - x_1}{\cos\alpha_{1-2}} \tag{4.1.76}$$

Góc hợp bởi hai hướng dốc của hai mặt phẳng tính theo công thức:

$$tg\alpha_{1-2} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \tag{4.1.77}$$

- Tính ẩn số a, là khoảng cách điểm OO_1 :

$$a = \frac{H_{O2}^{\text{thiết kế}} - H_{O1}^{\text{thiết kế}} + (l - a)i_2}{i_1 + i_2} \tag{4.1.78}$$

- Tọa độ điểm tâm tính theo công thức:

$$x_O = x_{O1} + a.\cos\alpha_{1\text{-}2} = x_{O2} + (l\text{ - a})\cos\alpha_{2\text{-}1}$$

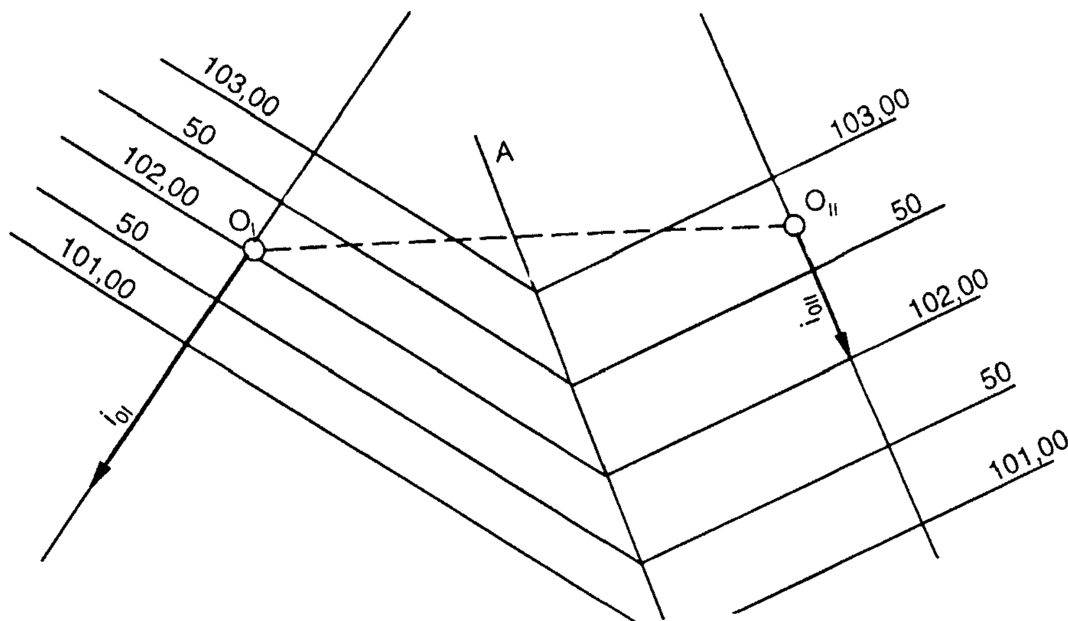
$$y_O = y_{O1} + a.\sin\alpha_{1\text{-}2} = y_{O2} + (l\text{ - a})\sin\alpha_{2\text{-}1} \tag{4.1.79}$$

- Tại tâm O vừa xác định chuyển các véctơ độ dốc của hai mặt phẳng i_1 và i_2 theo tỉ lệ. Nối hai điểm đầu N, M của hai véctơ. Từ tâm O hạ đường vuông góc tới NM, nhận được véctơ độ dốc đường giao tuyến của hai mặt phẳng là i_O = OK.

Việc thiết kế hai mặt phẳng trên có thể thực hiện theo phương pháp thứ hai, nhanh hơn mà vẫn đảm bảo độ chính xác yêu cầu:

- Sau khi xác định được hai véctơ độ dốc i_1 và i_2 của hai mặt phẳng thiết kế, tiếp theo xác định khoảng cách và vị trí của các đường đồng mức thiết kế lên bản vẽ (hình 4.14).

Kẻ các đường đồng mức thiết kế vuông góc với đường độ dốc của các mặt phẳng thiết kế tương ứng. Nối giao điểm của các đường đồng mức thiết kế tương ứng sẽ nhận được giao tuyến A-B của hai mặt phẳng thiết kế.



Hình 4.14. *Sơ đồ thiết kế hai mặt phẳng theo phương pháp đường đồng mức.*

2. Phương pháp mặt phẳng nằm ngang

Trong quy hoạch độ cao khu vực có diện tích lớn như quảng trường, bến bãi, kho, khu nhà xưởng v.v. thường thiết kế mặt phẳng nằm ngang. Mặt phẳng nằm ngang thiết kế phải có cao độ đi qua điểm trọng tâm của bề mặt địa hình với cao độ tính theo công thức:

$$H_{tk}^{đo} = \frac{[p_i . H_i^{đen}]}{[p_i]} \qquad (4.1.80)$$

Độ cao điểm trọng tâm của mặt phẳng thiết kế có thể tính theo các phương pháp sau:

1. Khi đo cao tại tâm các ô vuông (hình 3.1), tính theo công thức:

$$H_{tb}^{thiết\ kế} = \frac{\sum H_i^{đen}}{n} \quad (4.1.81)$$

Trong đó:

$H_i^{đen}$ - độ cao địa hình điểm i, i = 1 - n;

n - số ô vuông của khu vực thiết kế.

2. Khi đo cao tại đỉnh các ô vuông (hình 3.2), tính theo công thức:

$$H_{tb}^{thiết\ kế} = \frac{\sum p_i^j H_i^{đen}}{p_i^j} \quad (4.1.82)$$

Trong đó:

p_i^j - trọng số tính theo số ô vuông của đỉnh. Các điểm có số ô vuông j = 1- 4, sẽ có trọng số tương ứng là 0,25, 0,50, 0,75 và 1,00.

Theo cách tính trọng số trên, tổng trọng số [p] = N, N là số hình vuông.

3. Khi đo độ cao tại tâm các hình có diện tích khác nhau (hình 3.3), tính theo công thức:

$$H_{tb} = \frac{\sum P_i H_j^{đen} + 1,00.\sum H_{IV}^{đen}}{\sum p_j + N} \quad (4.1.83)$$

Trong đó:

p_i - trọng số lấy theo diện tích của hình tương ứng

$$p_j = \frac{s_j}{S}$$

s_j - diện tích hình không phải là vuông thứ j ;

S - diện tích hình vuông;

$H_{IV}^{đen}$ - cao độ đen của hình vuông;

$H_j^{đen}$ - cao độ đen của hình không phải là vuông.

Khối lương đào đắp tính theo công thức:

- Trường hợp thứ nhất:

$$V = \frac{[h_{IV}^{đỏ}]}{2}.S \quad (4.1.84)$$

Trường hợp thứ hai:

$$V = \frac{0{,}25.[h_I^{đỏ}] + 0{,}50.[h_{II}^{đỏ}] + 0{,}75.[h_{III}^{đỏ}] + 1{,}00.[h_{IV}^{đỏ}]}{2} S \qquad (4.1.85)$$

Trường hợp thứ ba:

$$V = \frac{\sum P_i . h_j^{đỏ} + S.\sum h_{IV}^{đỏ}}{\sum P_i + N} \qquad (4.1.86)$$

Trong đó:

S - diện tích hình vuông;

$h_j^{đỏ}$ - cao độ thi công của các hình không vuông;

$h_{IV}^{đỏ}$ - cao độ thi công các hình vuông;

N - số hình vuông.

3. Thiết kế mặt bằng tối ưu theo phương pháp số bình phương nhỏ nhất

Thực tế thiết kế cho thấy, vì điều kiện địa hình phức tạp nên khi thiết kế quy hoạch độ cao theo mặt phẳng, các phương trình bậc một sẽ cho kết quả khối lượng đào đắp không bằng nhau. Trong trường hợp này muốn đạt được mục tiêu khối lượng đào đắp bằng nhau cần phải thiết kế mặt quy hoạch bậc hai. Mặt quy hoạch bậc hai có phương trình tổng quát như sau:

$$z_i = a.x_i^2 + b.y_i^2 + c.x_i.y_i + d.x_i + e.y_i + f \qquad (4.1.87)$$

Trong đó :

x_i, y_i - tọa độ điểm i trên mặt phẳng thiết kế;

z_i - độ cao thiết kế của điểm i;

a, b, c, d, e, và f - ẩn số của mặt thiết kế bậc hai.

Bề mặt thiết kế phải gần với bề mặt địa hình hiện trạng nhất, khi đó nó phải thỏa mãn điều kiện:

$$[pvv] = min.$$

Phương trình số hiệu chỉnh có dạng:

$$v_i = h_i^{đỏ} = a.x_i^2 + b.y_i^2 + c.x_i.y_i + d.x_i + e.y_i + f - z_i \qquad (4.1.88)$$

Khi giải hệ phương trình số hiệu chỉnh (4.1.88) theo điều kiện [pvv] = min, sẽ nhận được các ẩn số a, b, c, d, e, và f của mặt thiết kế bậc hai. Sau đó sẽ tính được cao độ thi công :

$$h_i^{đỏ} = v_i \qquad (4.1.89)$$

Để kiểm tra cần phải tính:

$$[px^2v] = 0; \quad [py^2v] = 0; \quad [pxy] = 0;$$
$$[pxv] = 0; \quad [pyv] = 0; \quad [pv] = 0. \qquad (4.1.90)$$

Khi thiết kế theo mặt cong bậc hai, bề mặt thiết kế áp sát theo bề mặt địa hình hiện trạng, nhưng thường không đảm bảo điều kiện:

$$i_{min} < i < i_{max}$$
và $$R > R_{min} \qquad (4.1.91)$$

Khi muốn thỏa mãn điều kiện (4.1.91), cần phải thiết kế mặt bậc ba. Phương trình mặt bậc ba có dạng:

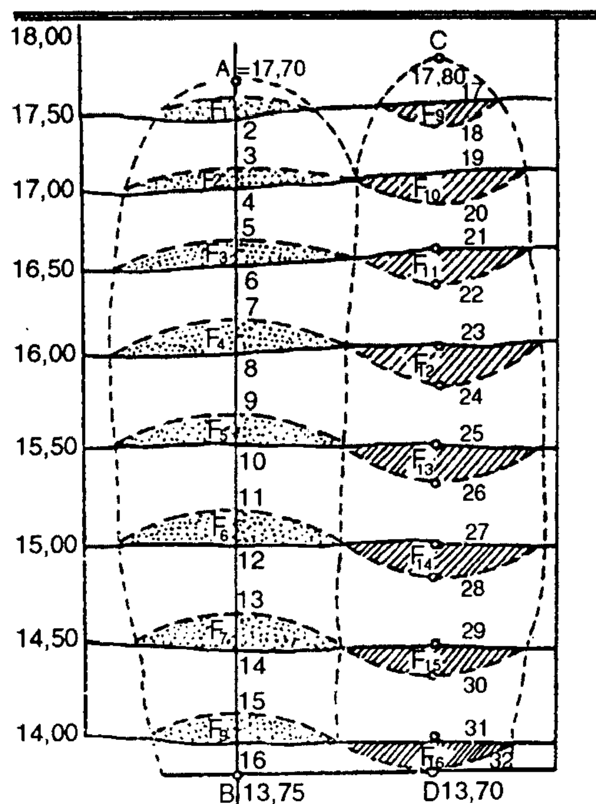
$$z_i = a.x_i^2.y_i^2 + b.x_i^2 + c.y_i^2 + d.x_i^2.y_i + e.x_i.y_i^2 + f.x_i.y_i + g.x_i + h.y_i + k. \qquad (4.1.92)$$

Khi giải hệ phương trình (4.1.92) gồm 9 ẩn số trong điều kiện [p.v.v] = *min*, sẽ nhận được mặt thiết kế bậc ba thỏa mãn điều kiện (4.1.91).

4. Thiết kế mặt quy hoạch độ cao theo đường đồng mức

Khi thiết kế quy hoạch độ cao gặp các địa hình phức tạp, mức độ chia cắt địa hình lớn, thì nên áp dụng phương pháp đường đồng mức là hiệu quả nhất. Bản chất của phương pháp như sau:

Trên nền bản đồ địa hình, cần nghiên cứu khảo sát mức độ chia cắt địa hình, độ dốc bề mặt... rồi dựa theo yêu cầu thiết kế quy hoạch độ cao của khu vực để thiết kế. Việc thiết kế sơ bộ thực hiện bằng tay với bút chì và kinh nghiệm của người thiết kế. Khi vạch các đường đồng mức thiết kế sao cho chúng tương đối đồng dạng, cách đều nhau và bám sát theo các đường đường đồng mức đen (hình 4.15).

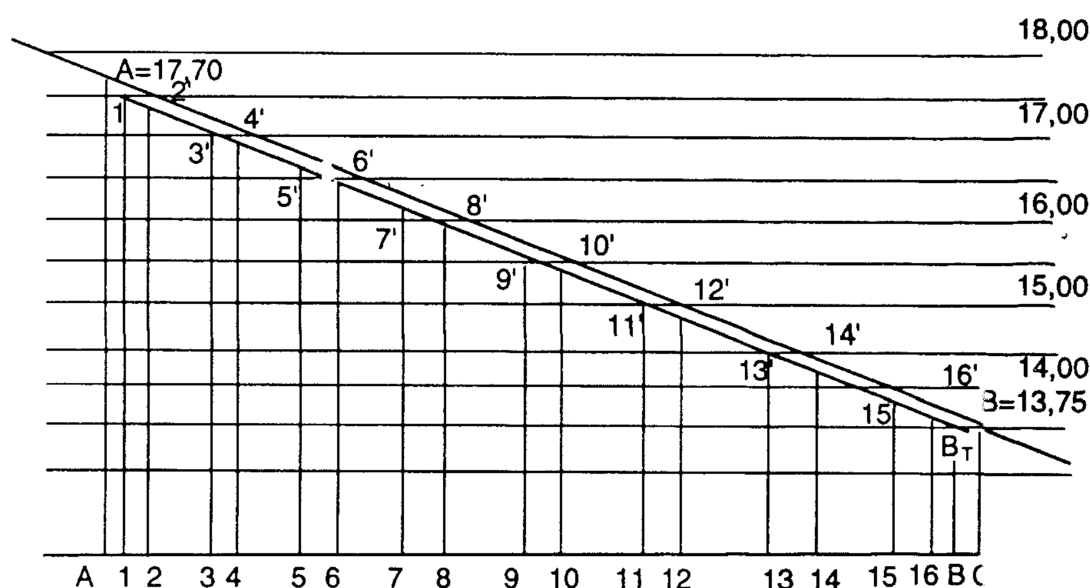


Hình 4.15. Thiết kế quy hoạch độ cao bằng đường đồng mức.

Khi vẽ cần lưu ý: các đường đồng mức thiết kế nằm bên dưới đường đồng mức đen, theo chiều dốc của địa hình, là phần phải đắp và ngược lại đường đồng mức thiết kế nằm bên trên đường đồng mức đen là phần phải đào. Muốn cho khối lượng đào đắp bằng nhau thì sơ bộ vẽ sao cho diện tích phần đào và phần đắp nhìn trên bản vẽ gần bằng nhau.

Để xác định ranh giới đào đắp cần nối giao điểm của các đường đồng mức đỏ và đen (hình 4.15).

Để thấy rõ độ cao thi công và giúp cho việc tính khối lượng đào đắp chính xác hơn, cần vẽ mặt cắt dọc phần đào và phần đắp, nơi có độ cao đào đắp lớn nhất (hình 4.16).

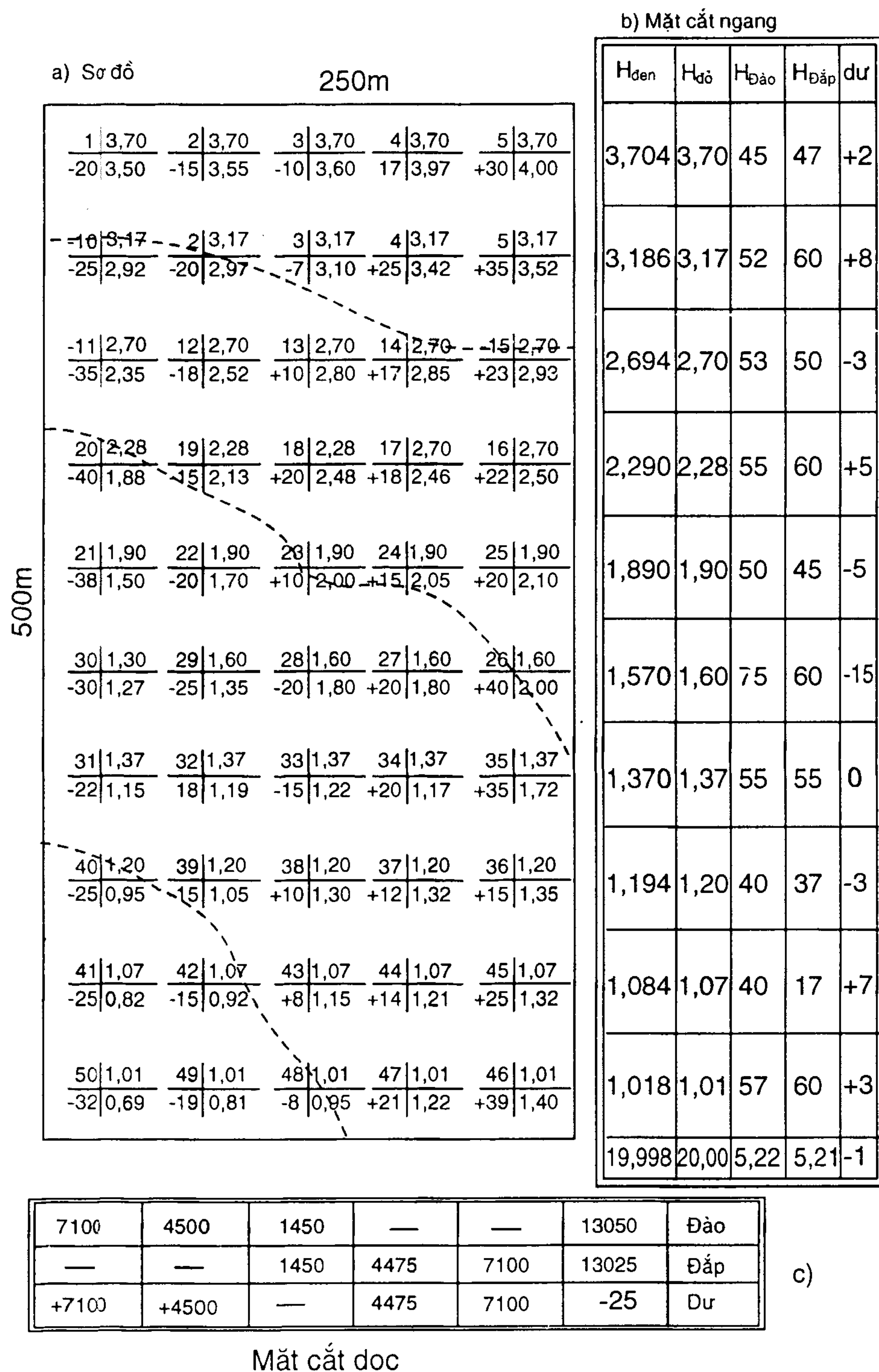


Hình 4.16. Mặt cắt dọc để tính khối lượng đào.

5. Thiết kế mặt nghiêng

Trên khu vực xây dựng cần thiết kế quy hoạch mặt nghiêng với độ dốc theo yêu cầu (hình 4.17).

Trên bản đồ thiết kế quy hoạch cần kẻ lưới ô vuông với kích thước 20-50*m*. Sau đó xác định độ cao các điểm trên lưới. Mặt nghiêng thiết kế sẽ có độ dốc đều cho trước. Thường theo mặt cắt dọc của khu vực sẽ có độ dốc lớn nhất, theo mặt cắt ngang độ dốc bằng không.



b) Mặt cắt ngang

$H_{đen}$	$H_{đỏ}$	$H_{Đào}$	$H_{Đắp}$	dư
3,704	3,70	45	47	+2
3,186	3,17	52	60	+8
2,694	2,70	53	50	-3
2,290	2,28	55	60	+5
1,890	1,90	50	45	-5
1,570	1,60	75	60	-15
1,370	1,37	55	55	0
1,194	1,20	40	37	-3
1,084	1,07	40	17	+7
1,018	1,01	57	60	+3
19,998	20,00	5,22	5,21	-1

c)

7100	4500	1450	—	—	13050	Đào
—	—	1450	4475	7100	13025	Đắp
+7100	+4500	—	4475	7100	-25	Dư

Mặt cắt dọc

Hình 4.17. Sơ đồ thiết kế mặt nghiêng.

Trình tự thiết kế như sau:

- Tính độ cao trung bình của địa hình theo các mặt cắt ngang:

$$H_{tb}^{j} = \frac{H_i^{đen}}{n} \qquad (4.1.93)$$

Trong đó:

H_i^j - độ cao đen của các điểm trên đỉnh của lưới ô vuông theo hàng ngang thứ j;

n - số đỉnh của một hàng ngang trên lưới.

Độ cao trung bình H_{tb}^{j} tính tới *mm*, kết quả ghi vào cột 1(hình 4.17).

- Xác định độ cao thiết kế của các mặt cắt ngang, kết quả ghi vào cột 2.

Khi xác định độ cao thiết kế của các mặt cắt ngang nên chọn độ cao thiết kế gần bằng độ cao trung bình tính ở công thức (4.1.93). Nếu điều kiện này được đảm bảo sẽ cho kết quả khối lượng vận chuyển nhỏ nhất. Nhưng khi xác định độ cao thiết kế của các mặt cắt ngang cũng cần lưu ý độ dốc của mặt cắt dọc, không để tình trạng độ dốc mặt cắt dọc bị đổi ngược chiều. Trên thực tế, theo mặt cắt dọc nên xác định trước độ dốc thiết kế, sao cho giá trị của nó gần bằng độ dốc của địa hình.

Để khối lượng đào đắp bằng không cần thỏa mãn điều kiện:

[illegible] $[H_{thiết kế}]$ (4.1.94)

hay trên bảng tính

tổng cột 1 = tổng cột 2 .

- Tính cao độ thi công của các điểm chi tiết theo công thức:

$$H_i^{đỏ} - H_i^{đen} = h_i \qquad (4.1.95)$$

Trên sơ đồ là hàng trên trừ hàng dưới. Ví dụ :

1	3,70
- 0,20	3,50

Kết quả ghi lên sơ đồ và đồng thời cộng theo hàng rồi ghi lên bảng tính b.

Lưu ý: với dấu dương (+) là phần đắp, dấu âm (-) là phần đào.

- Khối lượng đào đắp tính theo công thức:

$$V^{đào} = [h_i^{đào}]S$$

$$V^{đắp} = [h_i^{đắp}]S \qquad (4.1.96)$$

Trong đó :

S - diện tích ô vuông.

- Kiểm tra theo các công thức:

$$[H_{tb}^{đen}] - [H^{thiết\ kế}] = [h_i^{đắp}] - [h_i^{đào}] = \pm [\delta h] \quad (4.1.97)$$

Trong đó : $[\delta h]$- tổng chênh lệch cao độ đào đắp

Khi tính kiểm tra cần tính theo mặt cắt dọc và mặt cắt ngang (hình 4.17, b và c)

Trên hình 4.18 là thiết kế quy hoạch mặt nghiêng với độ dốc mặt cắt ngang chọn là 0,3%.

4.2. QUY HOẠCH ĐỘ CAO QUẢNG TRƯỜNG

4.2.1. Đặc điểm quy hoạch độ cao quảng trường

Quy hoạch độ cao quảng trường có những đặc thù riêng, tuỳ theo mục đích sử dụng, điều kiện địa hình cũng như đặc thù kiến trúc của cảnh quan xung quanh. Phụ thuộc vào diện tích, địa hình, điều kiện thoát nước mặt và các công trình kiến trúc xung quanh để tiến hành quy hoạch độ cao quảng trường. Khi tiến hành quy hoạch độ cao quảng trường cần đáp ứng các yêu cầu chung.

Mặt cắt dọc và mặt cắt ngang cần phải thỏa mãn:

- Đảm bảo chuyển động cho các phương tiện giao thông trên quảng trường và từ các tuyến phố xung quanh khi đi qua quảng trường;

- Đảm bảo các yêu cầu khi quy hoạch độ cao của các công trình xây dựng xung quanh;

- Đáp ứng hiệu quả kinh tế tối ưu khi thi công quy hoạch độ cao quảng trường.

Độ dốc trong quy hoạch quảng trường phụ thuộc điều kiện địa hình và yêu cầu thoát nước mặt. Độ dốc được chọn phải thỏa mãn $i_{min} < i < i_{max}$.

Độ dốc giới hạn được quy định

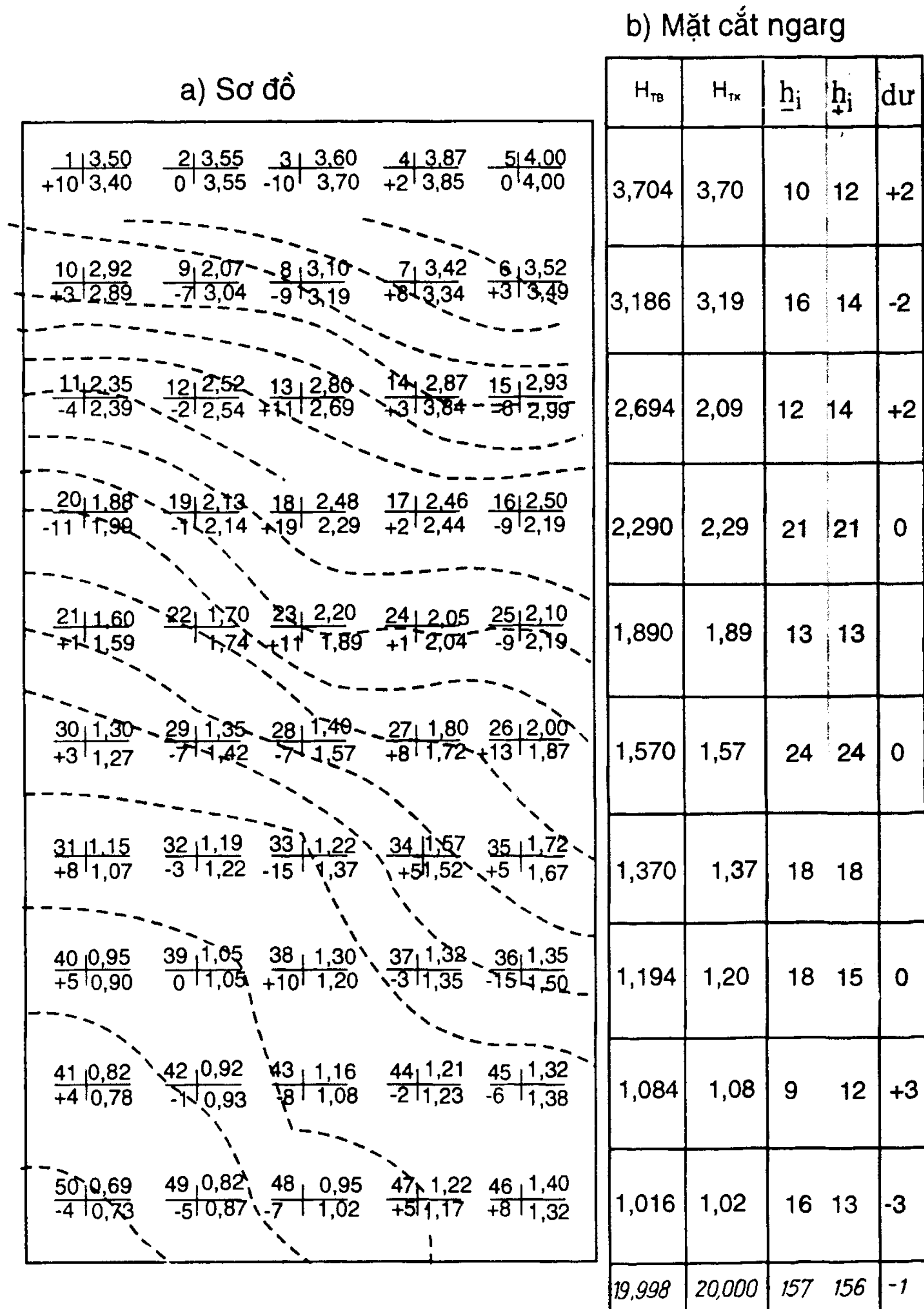
$$i_{min} = 0{,}005 \text{ (hay 0,5\%)}$$

$$i_{max} = \frac{H_{max} - H_{min}}{S}$$

Trong đó:

H_{min} , H_{max} - độ cao tối thiểu và độ cao tối đa cao độ nền công trình tới mặt đất tự nhiên của các công trình xây dựng xung quanh quảng trường;

S - chiều dài công trình xây dựng.



H_{TB}	H_{TK}	$\underset{-}{h_i}$	$\underset{+}{h_i}$	dư
3,704	3,70	10	12	+2
3,186	3,19	16	14	-2
2,694	2,09	12	14	+2
2,290	2,29	21	21	0
1,890	1,89	13	13	
1,570	1,57	24	24	0
1,370	1,37	18	18	
1,194	1,20	18	15	0
1,084	1,08	9	12	+3
1,016	1,02	16	13	-3
19,998	*20,000*	*157*	*156*	*-1*

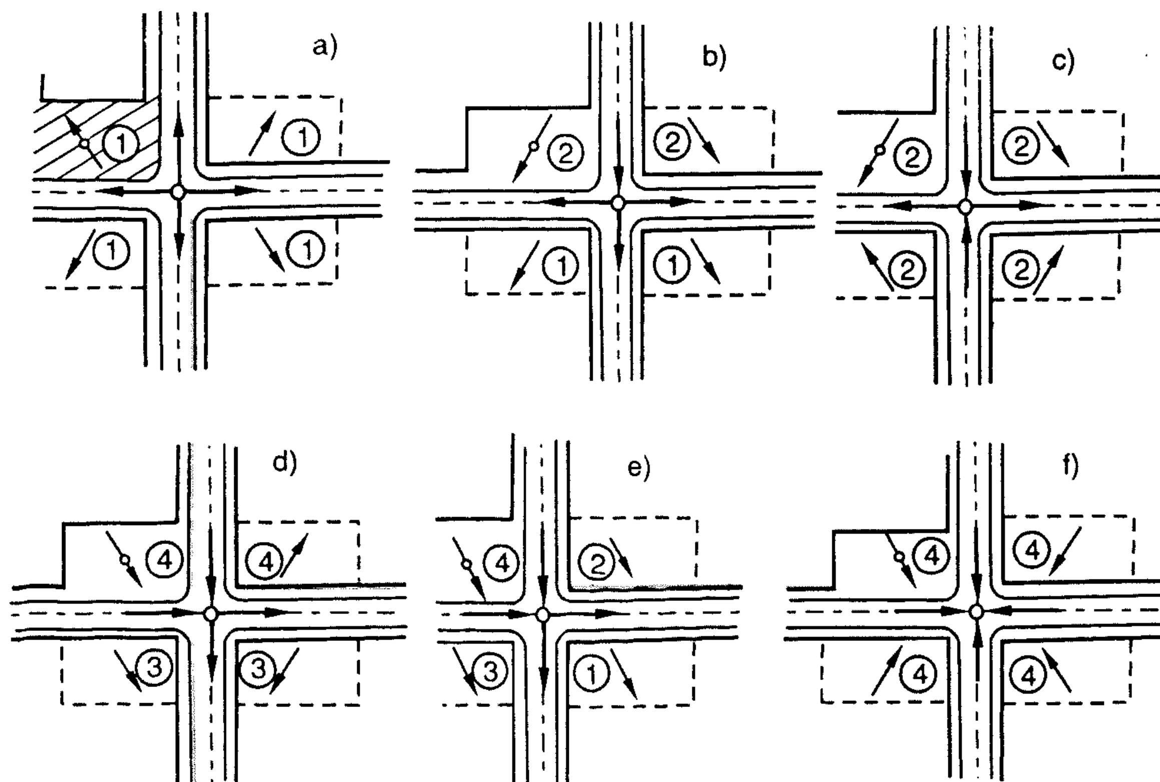
c)

-475	-750	-1450	-125	-1125	-3925	đào
+850	-	-1475	-850	-725	-3900	đắp
+375	-750	+25	+725	+400	-25	dư

Hình 4.18. *Sơ đồ thiết kế mặt phẳng nghiêng với độ dốc hai chiều.*

Thông thường quảng trường trong khu trung tâm các khu đô thị có độ dốc lớn hơn 0,5% để đảm bảo thoát nước mặt.

Khi quy hoạch các khu đô thị nhỏ, quảng trường thường được bố trí liền với các công trình công cộng khác, nó gắn liền với các ngã tư (hình 4.19).



Hình 4.19. Quảng trường nhỏ bố trí trên ngã tư.

Quảng trường dạng này thường có hình chữ nhật hoặc hình thang. Trong các độ thị lớn các quảng trường dạng này thường nằm trên toàn bộ tiểu khu, được giới hạn bằng các đường giao thông (hình 4.24). Hình dạng của nó thường là hình chữ nhật, hình thang hoặc là hình tứ giác thường.

Khi quy hoạch quảng trường cần chú ý đến hướng, độ lớn của độ dốc mặt cắt dọc các đường phố xung quanh quảng trường cũng như cần chú ý đến độ dốc của địa hình.

Trên hình 4.19 là tất cả các dạng quảng trường có thể bố trí tại các ngã tư phụ thuộc vào điều kiện địa hình.

Hình 4.19,a khi bố trí quảng trường trên đỉnh cao của địa hình khu vực; hình 4.19,b quảng trường được bố trí trên sườn dốc của đường phân thủy; hình 4.19,c khi bố trí trên khu vực địa hình thấp so với xung quanh(đèo); hình 4.19,d khi bố trí trên sườn dốc của đường hợp thủy; hình 4.19,e khi bố trí trên mái dốc; hình 4.19,f khi bố trí trên khu vực tụ thủy, nơi có địa hình thấp nhất so với xung quanh.

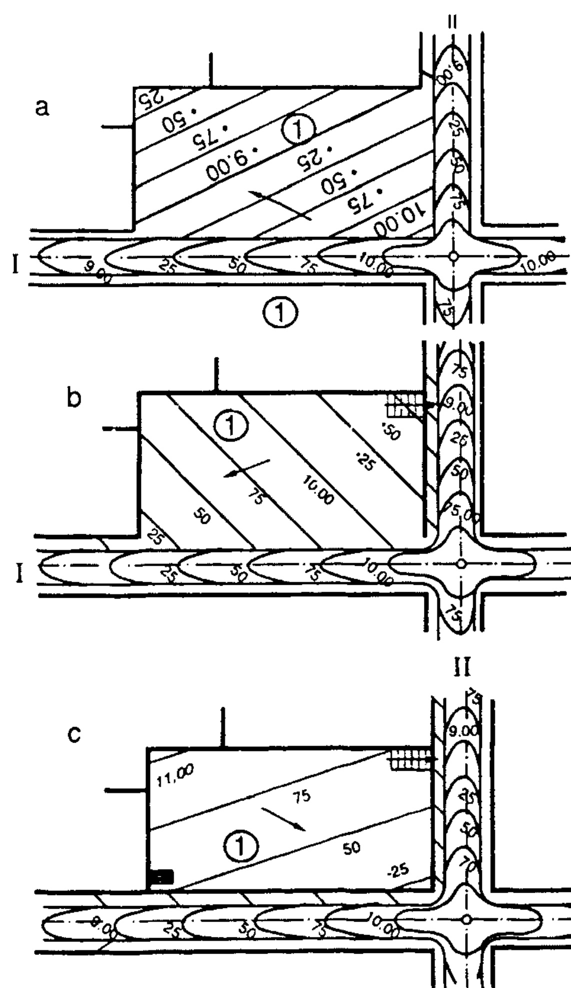
Sáu trường hợp quảng trường được bố trí theo các điều kiện địa hình như trên có thể phân ra bốn dạng theo hướng dốc hay là đường thoát nước của quảng trường so với các đường phố xung quanh. Ví dụ hình 4.19,a chỉ có dạng một, hình 4.19,b có dạng một hoặc dạng hai, hình 4.19,e có thể có cả bốn dạng v.v. Mỗi dạng đều có các đặc điểm đặc trưng riêng của chúng.

Dạng một: có độ dốc hướng ra bên ngoài (hình 4.20), các công trình xây dựng xung quanh có cao độ thấp hơn quảng trường và ngã tư. Đây là dạng xấu nhất trong tương quan quy hoạch độ cao.

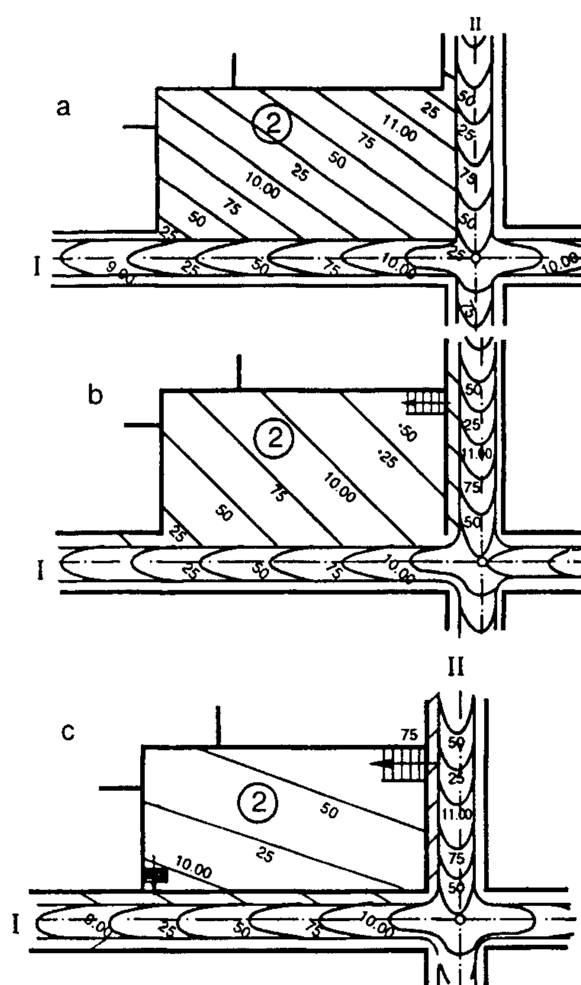
Dạng hai: độ dốc của quảng trường hướng tới đường phố nhưng có hướng ngược chiều với ngã tư (hình 4.21). Như vậy một phía các công trình xây dựng có cao độ lớn hơn so với cao độ tim ngã tư, còn phía kia có cao độ thấp hơn so với cao độ tim ngã tư. Đây là dạng tốt nhất trong tương quan quy hoạch độ cao. Độ dốc của đường phố I và II thỏa mãn độ dốc của quảng trường (hình 4.21,a), độ dốc của đường phố II quá lớn (hình 4.21,b) hoặc cả hai đường phố đều có độ dốc lớn hơn so với độ dốc của quảng trường cần thiết kế (hình 4.21,c). trong trường hợp độ dốc của đường phố lớn hơn so với độ dốc thiết kế của quảng trường thì phải xây dựng tường chắn ở ranh giới của vỉa hè và quảng trường.

Dạng ba: tương tự như dạng hai nhưng cả hai phía của đường phố các công trình xây dựng đều có cao độ nhỏ hơn cao độ của tim ngã tư, còn độ dốc của quảng trường hướng tới khu xây dựng xung quanh mặc dù hướng thoát nước vẫn dẫn tới các đường phố theo theo chiều ngược lại so hướng thoát trên mặt đường phố (hình 4.22). Khi thiết kế quảng trường để đảm bảo độ dốc tối đa cho phép trong nhiều trường hợp phải xây tường chắn ở vỉa hè đường phố hay ở phần tiếp giáp với khu dân cư.

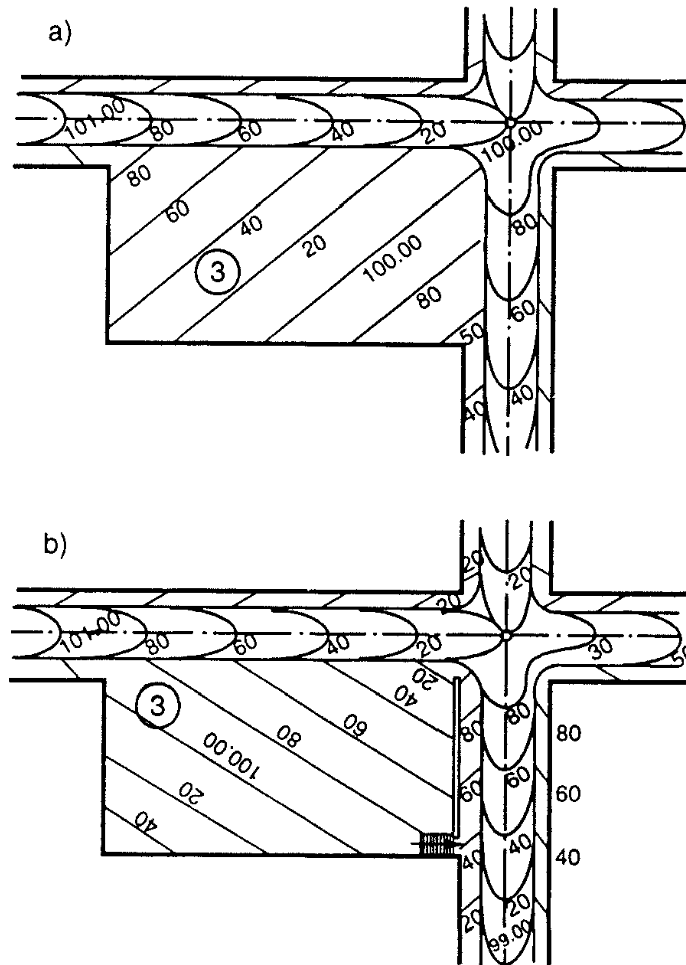
Dạng bốn: quảng trường có hướng dốc tụ vào tâm ngã tư, các công trình xây dựng xung quanh có cao độ lớn hơn khu vực quảng trường (hình 4.23). Dạng này tạo ra cảnh quan đẹp khi quy hoạch độ cao.



Hình 4.20. *Sơ đồ thiết kế quảng trường nhỏ bố trí trên ngã tư - dạng một.*



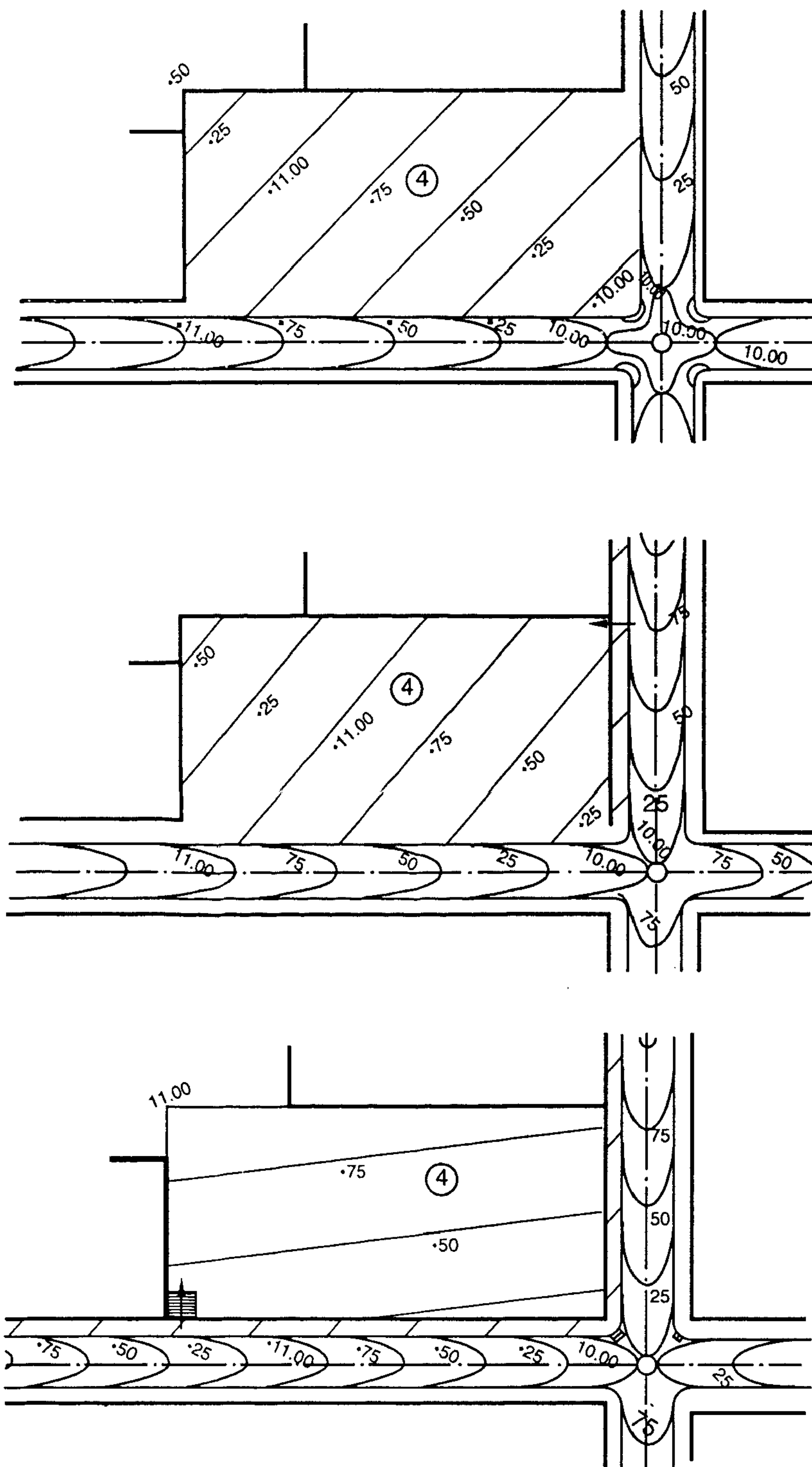
Hình 4.21. *Sơ đồ thiết kế quảng trường nhỏ bố trí trên ngã tư - dạng hai.*



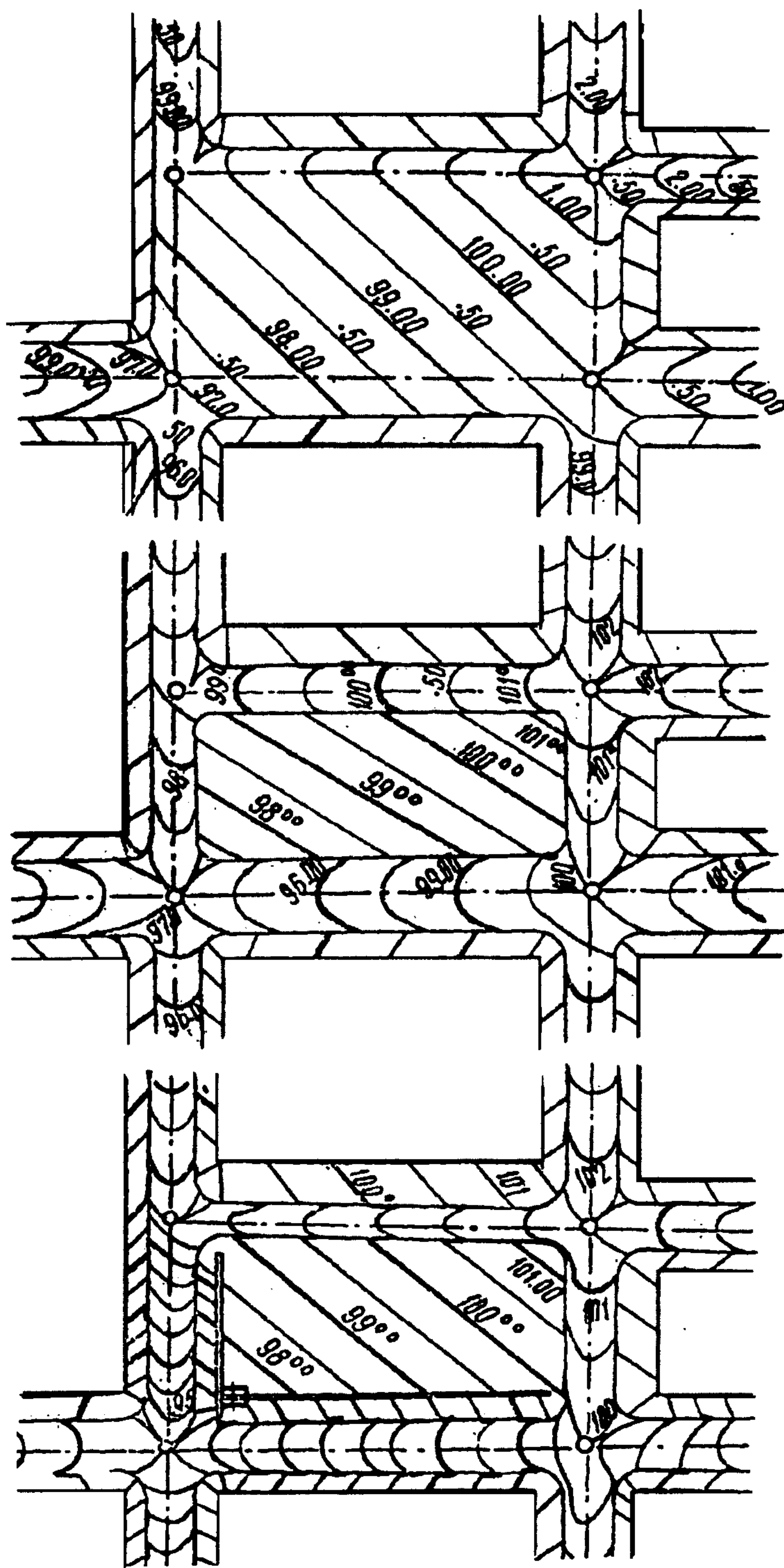
Hình 4.22. *Sơ đồ thiết kế quảng trường nhỏ bố trí trên ngã tư - dạng ba.*

Khi quy hoạch quảng trường lớn trong khu đô thị cần tìm khu vực địa hình và diện tích thích hợp. Thường quảng trường lớn có các dạng hình chữ nhật, hình thang, xung quanh được giới hạn bởi các đường phố. Địa hình bố trí quảng trường thích hợp là mái dốc, đỉnh gò cao hoặc trên đường phân thủy có độ dốc thích hợp. Những nơi như địa hình thấp so với xung quanh như thung lũng, đèo hoặc mái dốc nghiêng không thuận lợi cho việc quy hoạch quảng trường.

Trên hình 4.24 là sơ đồ quảng trường bố trí trên mái dốc. Trường hợp 4.24,a quy hoạch quảng trường kết hợp với bãi đỗ xe. Trường hợp 4.24,b quy hoạch quảng trường xung quanh các đường phố có xe chuyển động. Trường hợp 4.24,c quy hoạch quảng trường kết hợp với bãi đỗ xe ở hai đường phố có độ dốc lớn..



Hình 4.23. Sơ đồ thiết kế quảng trường nhỏ bố trí trên ngã tư - dạng bốn.



Hình 4.24. Sơ đồ quảng trường bố trí trên mái dốc.

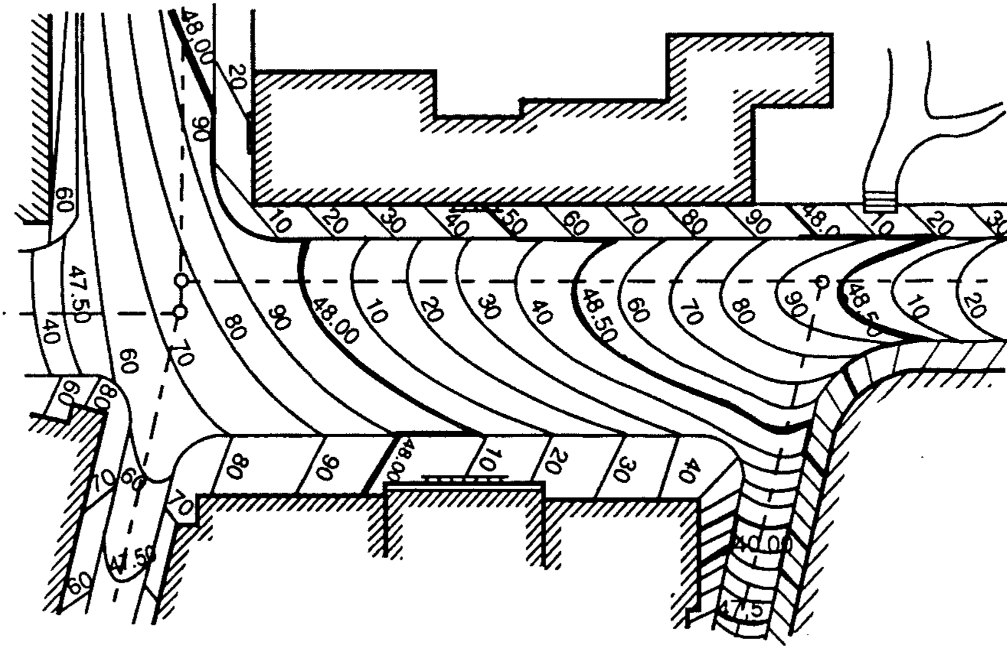
Trên hình 4.25 là sơ đồ quảng trường bố trí trên gò đồi. Trường hợp này quảng trường được quy hoạch trên vùng đất cao, cân đối so với xung quanh, đảm bao cảnh quan kiến trúc cả bốn phía đường phố xung quanh quảng trường.

Hình 4.25. *Sơ đồ quảng trường bố trí trên gò đồi.*

Hình 4.26 là sơ đồ quảng trường bố trí trên đường phân thủy.Trong trường hợp này độ dốc các đường phố trục 5-6 và 15-16 đổi hướng; không thích hợp khi xây dựng các công trình có chiều dài lớn chạy dọc theo phố.

Hình 4.26. *Sơ đồ quảng trường bố trí trên đường phân thủy.*

Trên hình 4.27 là các dạng quảng trường có những mục đích sử dụng khác nhau được quy hoạch trên các dạng địa hình.

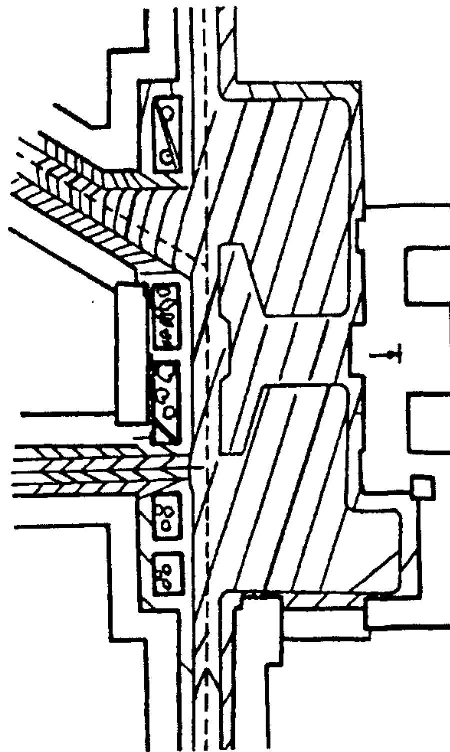


Hình 4.27,a. *Quy hoạch độ cao quảng trường đô thị*

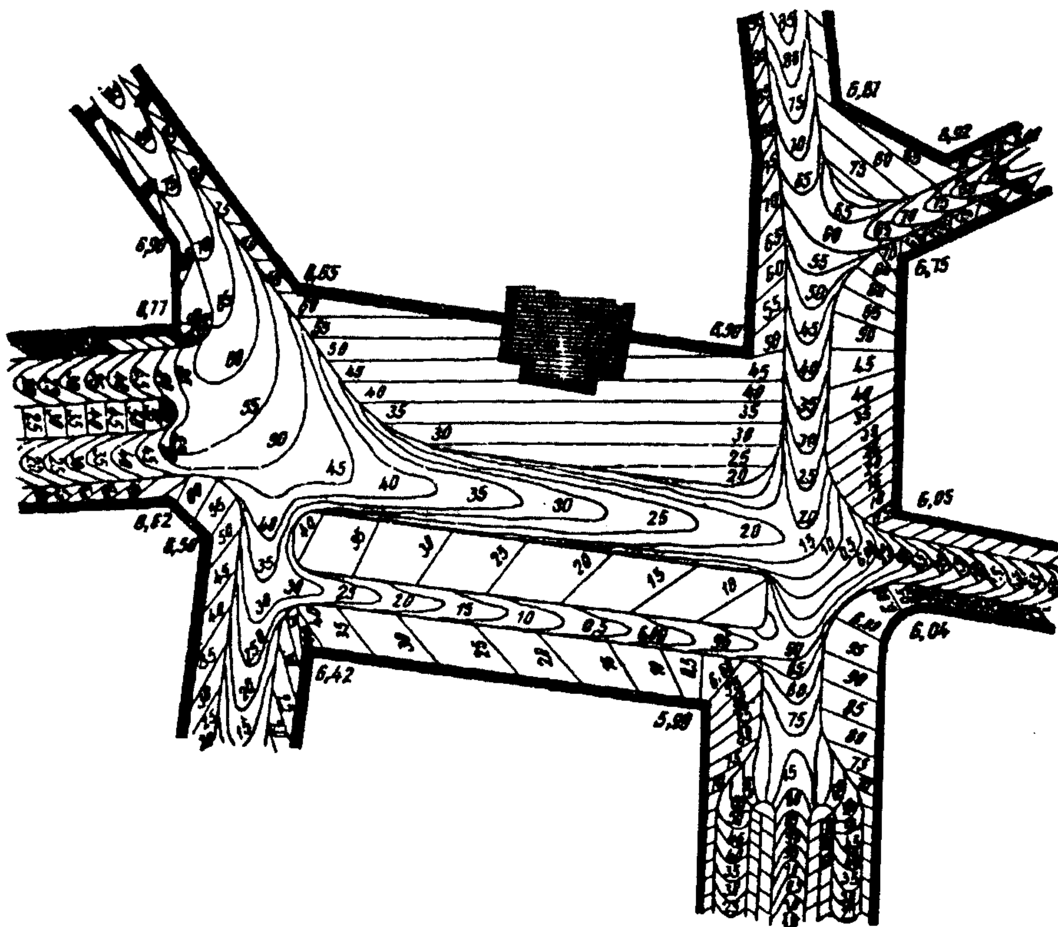
Để đảm các yêu cầu kĩ thuật, hướng phát triển tương lai của đô thị, khi quy hoạch quảng trường cần bám sát các yếu tố sau:

- Đặc trưng của địa hình nơi quy hoạch quảng trường;

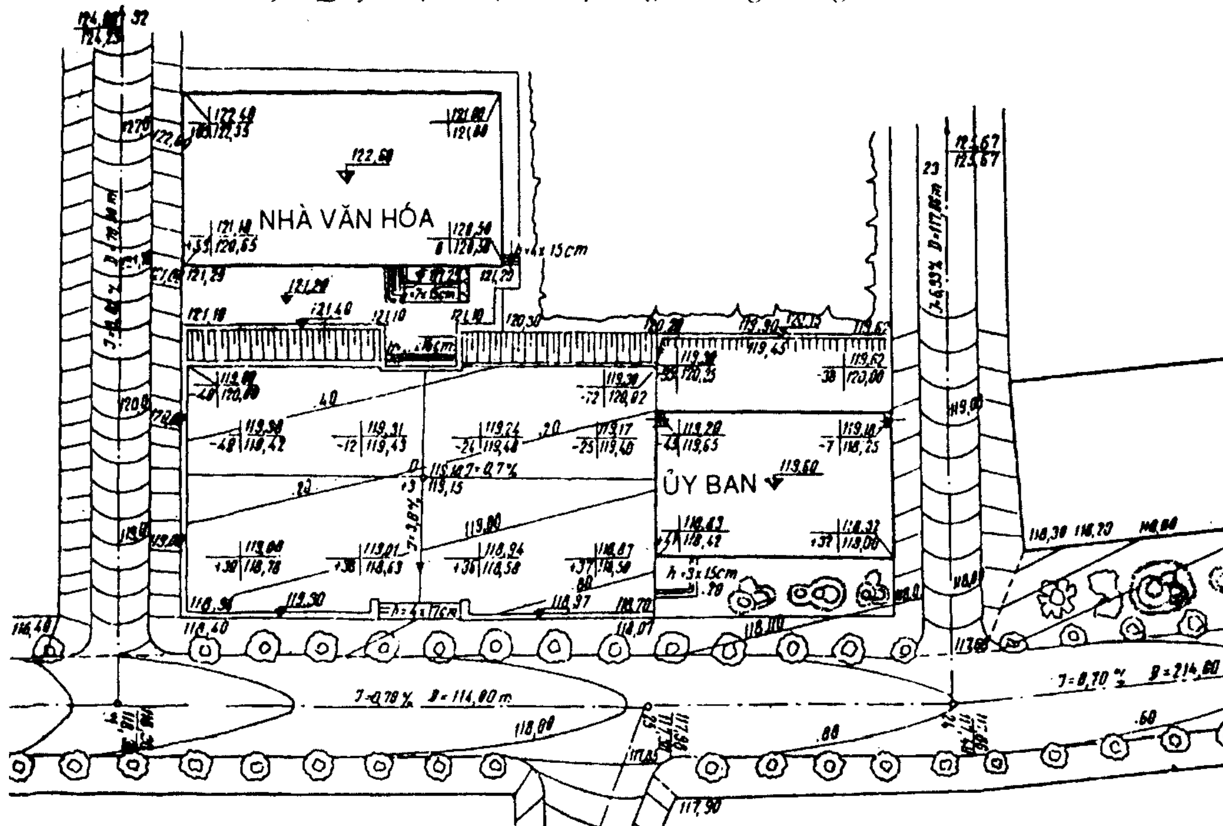
- Các công trình xây dựng đã có và sẽ xây trong tương lai. Khi quy hoạch độ cao quảng trường yếu tố này thể hiện qua các mốc độ cao cố định cho trước mà quảng trường quy hoạch sẽ phải đi qua;



Hình 4.27,b. *Quy hoạch độ cao quảng trường bến xe, nhà ga.*



Hình 4.27,c. Quy hoạch độ cao quảng trường trung tâm hành chính.



Hình 4.27,d. Quy hoạch độ cao quảng trường trung tâm làng, xã.

- Vị trí của các công trình phụ trợ được bố trí ngầm hoặc bố trí trên các đường phố xung quanh quảng trường.

Đối với quảng trường quy hoạch trên khu vực đã xây dựng phải thỏa các mốc độ cao cho trước. Bài toán trở về quy hoạch mặt bằng tối ưu qua các điểm cho trước đã trình bày ở mục 4.1.4.

Mặt bằng quy hoạch tối ưu của quảng trường phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Đảm bảo thoát nước mặt cho quảng trường;

- Đảm bảo chuyển động cho các phương tiện giao thông và người đi bộ;

- Đảm bảo điều kiện cho việc xây dựng các công trình công cộng xung quanh quảng trường;

- Khối lượng đào đắp, vận chuyển khi thi công quảng trường là tối ưu.

Khi thiết kế quy hoạch quảng trường cần thực hiện theo trình tự sau:

- Xây dựng lưới khống chế độ cao với mật độ điểm cần thiết đủ phục vụ khảo sát và thi công. Đo cao chi tiết khu vực quy hoạch theo các phương pháp thích hợp;

- Xác định vị trí và độ cao điểm trọng tâm của khu vực quy hoạch;

- Xác định vị trí và độ dốc tối ưu của quảng trường cần quy hoạch;

- Xác định độ dốc thích hợp của các đường phố xung quanh quảng trường;

- Quy hoạch độ cao tổng thể mặt đường và các ngã tư bao quanh quảng trường bằng các đường đồng mức đỏ;

- Thiết kế độ cao vỉa hè bao quanh quảng trường bằng đường đồng mức đỏ tạo thành khung độ cao bao quanh quảng trường;

- Tính khối lượng đào đắp, vận chuyển đất khi thi công;

- Hoàn chỉnh hồ sơ quy hoạch độ cao quảng trường và khu dân cư xung quanh.

Các nội dung trên được thực hiện cụ thể như sau:

+ Đo cao địa hình khu vực quy hoạch thực hiện bằng phương pháp đo cao bề mặt theo sơ đồ hình 3.1, hình 3.2 hoặc hình 3.3.

+ Điểm trọng tâm khu vực quy hoạch xác định bằng phương pháp giải tích hoặc phương pháp đồ giải theo sơ đồ hình 3.4.

+ Độ cao thiết kế điểm trọng tâm khu vực tính theo công thức:

$$H_0^{thiết\ kế} = \frac{\sum_1^n H_{đen}}{\sum P_i}$$

Trong đó :

$H_{đen}$ - độ đen điểm trọng tâm các hình;

p_i - diện tích các hình.

Phụ thuộc vào sơ đồ đo, nếu đo theo sơ đồ hình 3.1, độ cao điểm trọng tâm tính theo công thức

$$H_0^{thiết\ kế} = \frac{\sum H_{đen}}{N}$$

Trong đó

N - số hình vuông hoặc hình chữ nhật.

Nếu đo theo sơ đồ hình 3.2, độ cao điểm trọng tâm tính theo công thức

$$H_0^{thiết\ kế} = \frac{0{,}25\sum H'_1 + 0{,}5\sum H'_2 + 0{,}75\sum H'_3 + 1{,}0\sum H'_4}{N}$$

Trong đó:

H'_i - độ cao các hình; i = 1- 4 ứng với số hình tiếp xúc với các hình xung quanh.

Nếu đo theo sơ đồ hình 3.3, độ cao điểm trọng tâm tính theo công thức

$$H_0^{thiết\ kế} = \frac{\sum H_i q_i + 1{,}00\sum H_i^4}{\sum q_i + N}$$

Trong đó:

q_i tính theo công thức:

$$q_i = \frac{p_i}{p}$$

P- diện tích hình vuông;

p_i - diện tích các dạng hình khác;

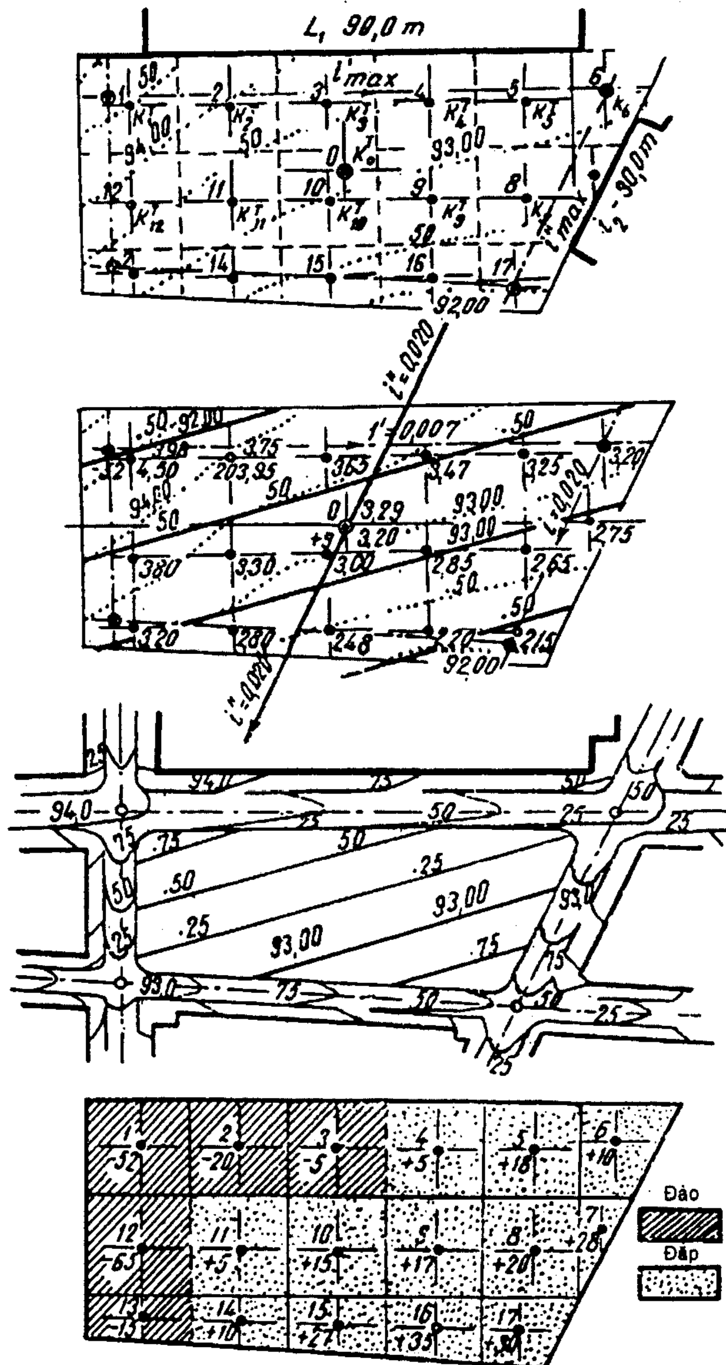
N - số hình vuông.

- Khi xác định độ dốc của quảng trường cần bám sát theo độ dốc của địa hình và thỏa mãn điều kiện:

$$i_{min} > 0{,}5\%$$

$$i_{max} < 2\%\text{-}3\%$$

- Từ độ dốc lớn nhất và nhỏ nhất của các đường phố bao quanh chọn hướng dốc thích hợp cho quảng trường. Từ độ cao thiết kế của điểm trọng tâm và hướng dốc đã chọn ta thiết kế độ cao quảng trường và đường phố bằng các đường đồng mức đỏ tổng quát cho toàn khu vực. Hình 4.28 là sơ đồ các giai đoạn thiết kế quảng trường.

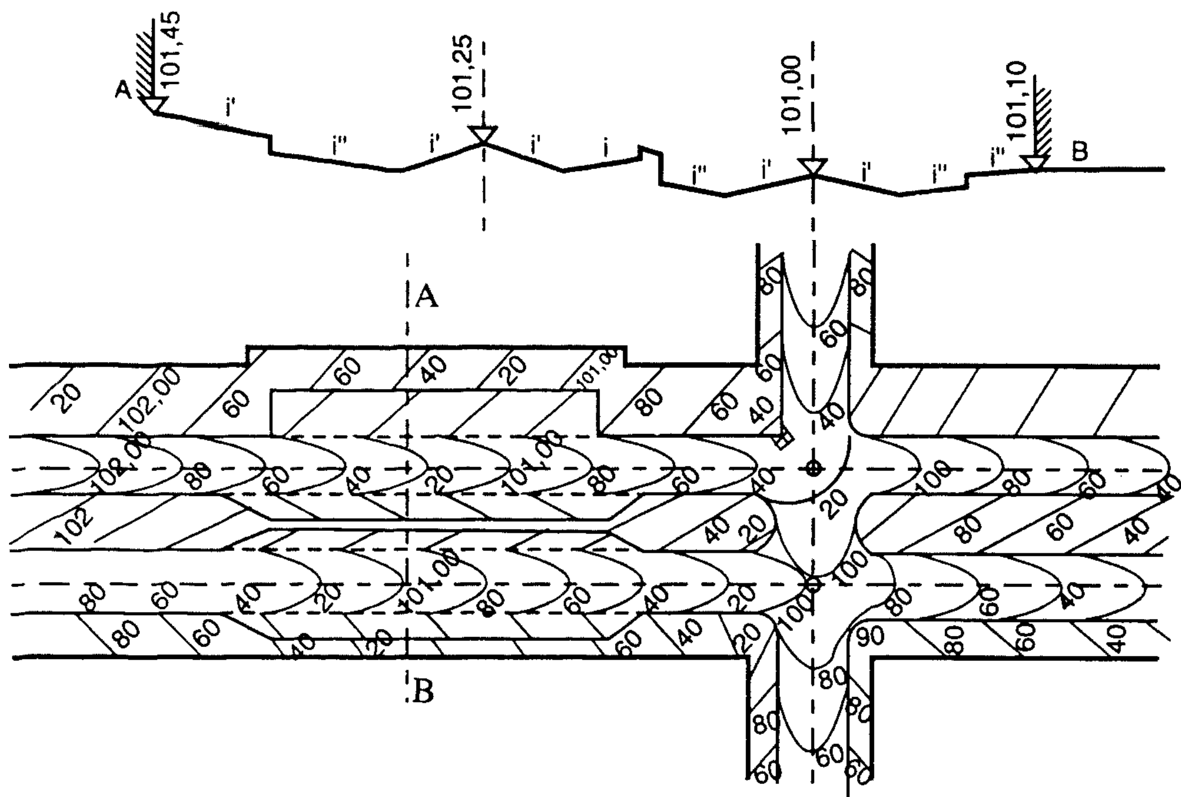


***Hình 4.28.** Sơ đồ các giai đoạn thiết kế quảng trường.*

- Với các đường đồng mức đỏ tổng quát đã xác định tiến hành thiết kế chi tiết đường phố, quảng trường. Khi thiết kế chi tiết cần đảm bảo điều kiện thoát nước mặt của khu vực, lưu ý độ cao bó vỉa với độ cao thích hợp là 8-20*cm*. Đối với địa hình có độ dốc lớn cần áp dụng các tường chắn, dốc lên xuống ở các khu vực cần thiết.

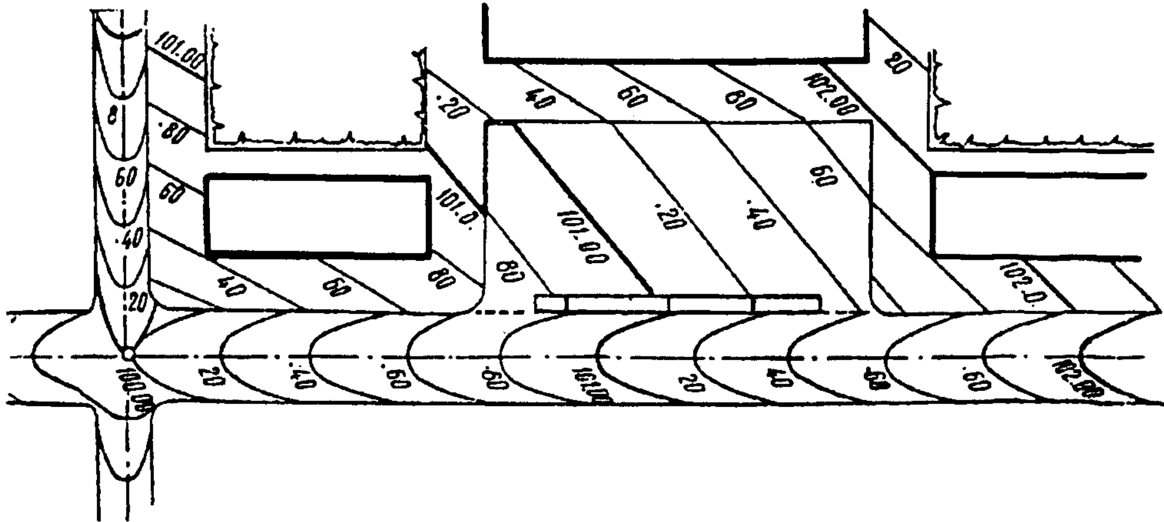
4.2.2. Quy hoạch nơi đỗ xe

Quy hoạch độ cao bãi đỗ xe phụ thuộc vào hình dạng, vị trí của nó và hệ thống đường phố xung quanh. Với các bãi đỗ xe được thiết kế như phần mở rộng của đường phố (hình 4.29) và (hình 4.30), khi quy hoạch độ cao bãi đỗ xe thường được nối tiếp với đường phố, nước mặt dồn lại và thoát chung với hệ thống thoát nước của đường phố. Độ dốc của bãi thường lấy bằng độ dốc của vỉa hè (mặt cắt A-B, hình 4.29,a). Trên hình 4.29 là sơ đồ bố trí bãi đỗ xe, được quy hoạch trong cùng không gian với hệ thống đường phố.



Hình 4.29. Quy hoạch độ cao bãi đỗ xe trên đường phố mở rộng.

Hình 4.30 và hình 4.31 là các sơ đồ quy hoạch độ cao dạng "túi" các bãi đỗ xe dọc trên phố hoặc gần ngã tư.



Hình 4.30. Quy hoạch độ cao bãi đỗ xe dạng "túi" dọc theo đường phố.

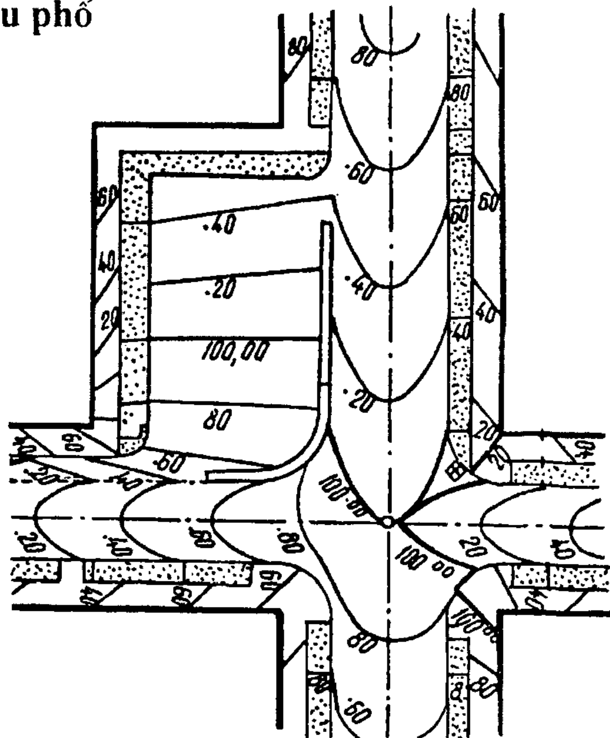
4.3. QUY HOẠCH KHU PHỐ

4.3.1. Đặc điểm quy hoạch khu phố

Trong quy hoạch độ cao tiểu khu dân cư cần lưu ý đến các hạng mục công trình liên quan như nhà, đường phố, hè, lối đi bộ, quảng trường, thảm thực vật, diện tích mặt nước v.v. Khi quy hoạch độ cao tiểu khu dân cưu cần giải quyết các nội dung sau:

- Đảm bảo thoát nước mặt của khu vực quy hoạch đến hệ thống thoát nước hiện có;

- Đảm bảo điều kiện độ cao cho cảnh quan kiến trúc khi xây dựng các công trình trong tiểu khu;



Hình 4.31. Quy hoạch độ cao bãi đỗ xe dạng "túi" tại ngã tư.

- Đáp ứng cho việc xây dựng hệ thống giao thông nội bộ trong tiểu khu dân cư;

- Khối lượng đào đắp, vận chuyển nhỏ nhất, cảnh quan, môi trường tự nhiên bị phá vỡ ít nhất.

Trước khi quy hoạch khu phố cần hoàn thành giai đoạn quy hoạch hệ thống đường phố bao quanh, cũng như các ngã tư, quảng trường nếu có.

Trình tự quy hoạch độ cao khu phố như sau:

- Xác định khung độ cao bao quanh khu phố;

- Nghiên cứu, phân tích các hạng mục hiện có bên trong khu phố, lên sơ đồ quy hoạch độ cao toàn khu;

- Xác định cao độ các hạng mục xây dựng, khu vực đào đắp;

- Xác định độ cao các đường nội bộ, độ cao các khu vực cây xanh v.v.

- Tính khối lượng đào đắp, vận chuyển.

4.3.2. Quy hoạch độ cao công trình xây dựng

Khi quy hoạch độ cao các công trình nhà ở trong khu phố cần lưu ý độ dốc nhỏ nhất đảm bảo thoát nước mặt $i_{min} > 0,5\%$ và độ cao giới hạn cốt 0,0 sàn nhà so với mặt đất tự nhiên. Độ cao giới hạn thường được xác định :

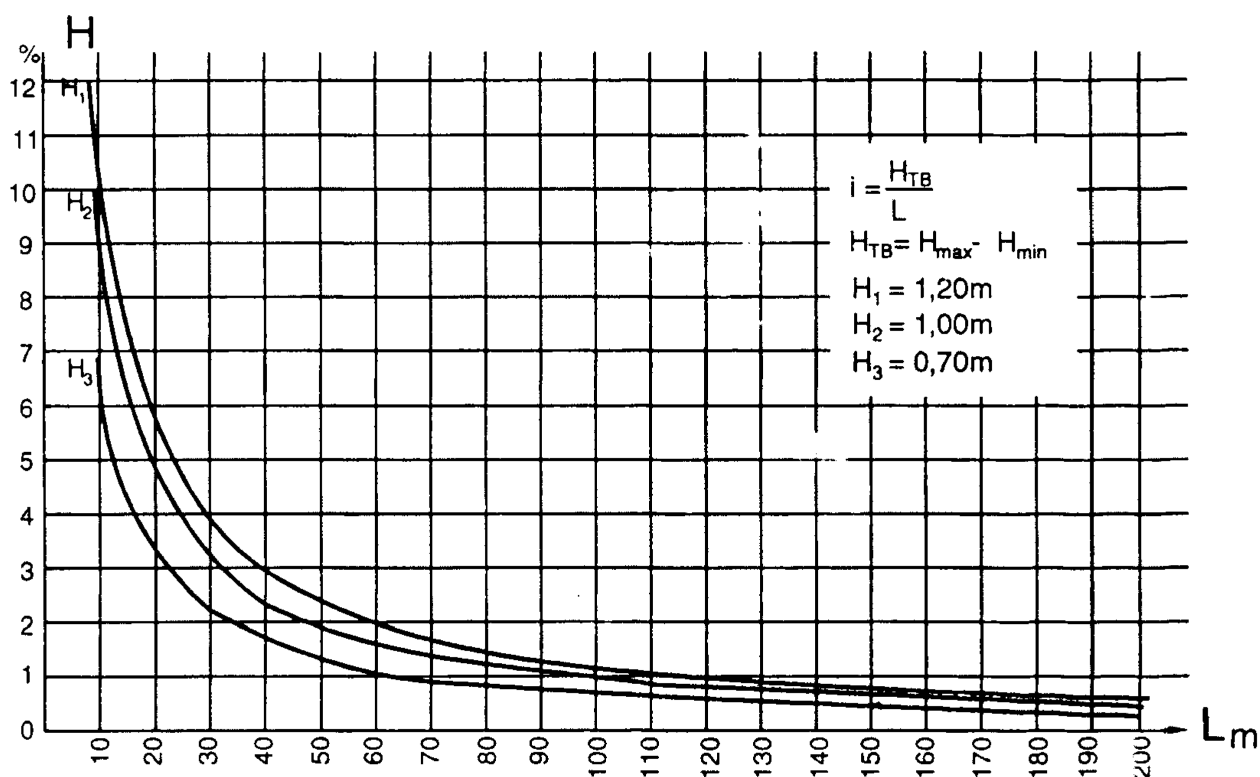
$$H_{min} > 0,3m$$

$$H_{max} < 1,5m$$

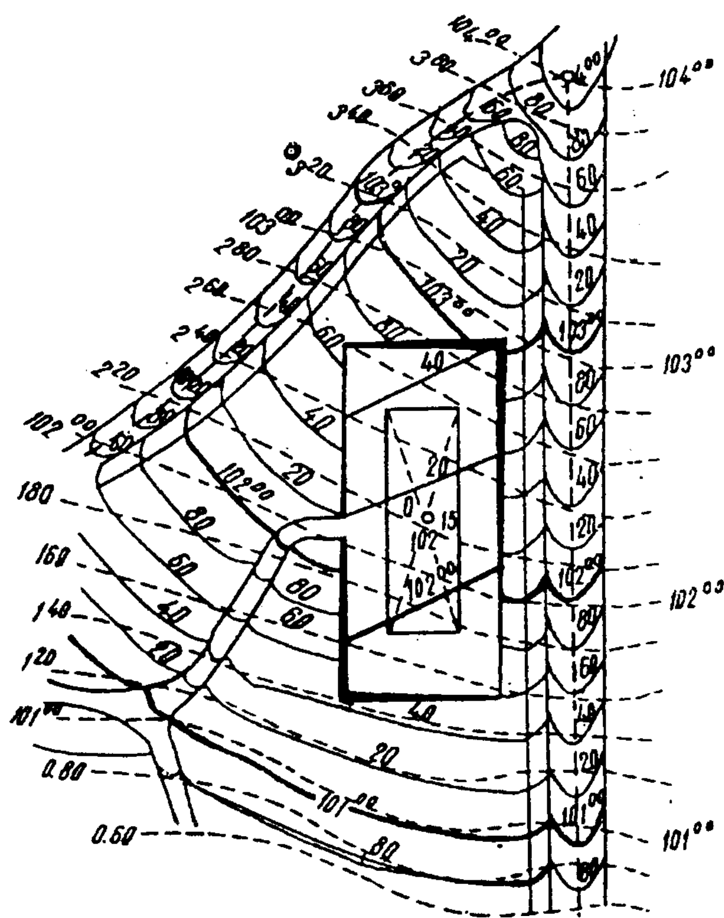
Giới hạn trên đặc biệt cần lưu ý khi thiết kế các nhà ở có chiều dài lớn bố trí dọc theo phố. Hình 4.32 là sơ đồ xác định chiều dài nhà ứng với độ dốc tương ứng của địa hình.

Khi thiết kế cần lưu ý điều kiện thoát nước mặt, tránh tình trạng cao độ sàn nhà thấp hơn cao độ xung quanh. Trong trường hợp cần thiết phải nâng cao mặt đất khu vực xây nhà. Trong trường hợp này cần cân nhắc kỹ vì thường dẫn tới khối lượng đắp lớn. Một giải pháp khác nhằm đảm bảo điều kiện thoát nước mặt đó là xây dựng hệ thống rãnh thoát nước. Giải pháp tốt nhất là quy hoạch hệ thống đường nội bộ ngắn, đủ mật độ và độ dốc cần thiết để có thể đáp ứng được cả nhiệm vụ thoát nước của khu phố.

Khi thiết kế quy hoạch độ cao khu phố cố gắng bám sát theo độ dốc tự nhiên của địa hình. Ví dụ hình 4.33.

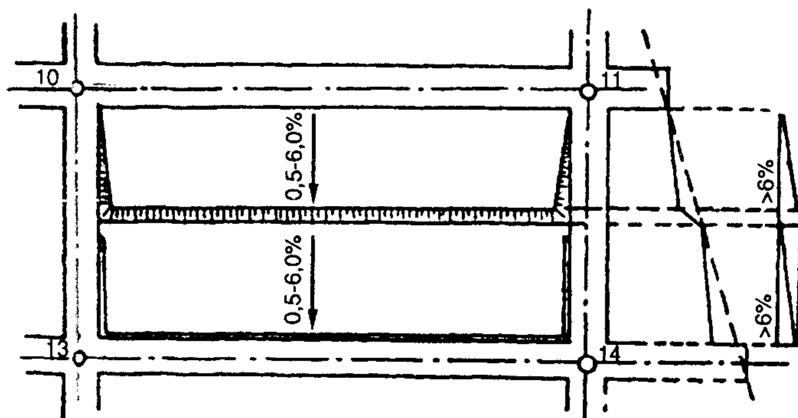


Hình 4.32. *Sơ đồ xác định chiều dài nhà theo độ dốc.*



Hình 4.33. *Bố trí nhà trên địa hình có độ dốc lớn.*

Nhà ở bố trí trên khu vực có độ dốc thích hợp là từ 0,5% đến 12%. Khi độ dốc địa hình quá lớn, trên 12%, cần quy hoạch độ cao theo dạng ruộng bậc thang (hình 4.34).



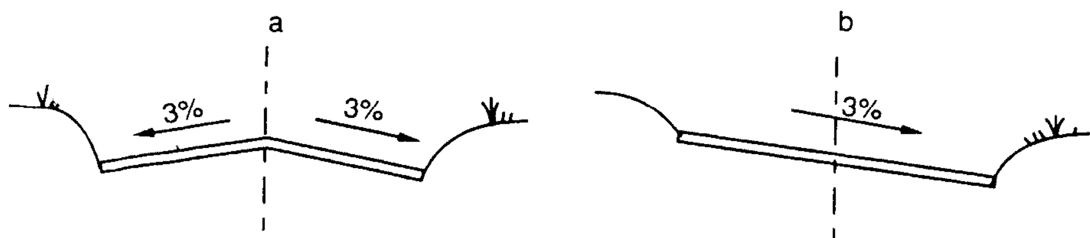
Hình 4.34. Sơ đồ quy hoạch độ cao khu nhà trên địa hình có độ dốc lớn.

Khi quy hoạch độ cao khu phố cần đảm bảo các yêu cầu sau:

- Không tạo ra các khu vực trong khu phố có độ dốc nhỏ hơn 0,5%;

- Nên tạo ra điều kiện thoát nước mặt tự nhiên. Trong trường hợp không thể thì phải xây dựng hệ thống mương thoát nước;

- Hệ thống đường nội bộ cần theo sát địa hình tự nhiên, thường nó thấp hơn khu vực xung quanh 0,1 - 0,2*m* (hình 4.35);



***Hình 4.35.** Sơ đồ mặt cắt ngang đường nội bộ.*

- Trong khu phố có khu vực thấp thì cần có đường vào khu vực đó để đảm bảo yêu cầu thoát nước mặt. Khi thiết kế cần đảm bảo nước của các tiểu khu đều được thoát ra hệ thống thoát nước chung, tránh để nước của tiểu khu này chảy qua tiểu khu khác;

- Khi quy hoạch độ cao vỉa hè, bó vỉa cần đảm bảo lối vào của các nhà ở hai bên đường phố. **Đối với khu vực có mật độ nhà cao dọc theo đường phố nên áp dụng bó vỉa dốc, đảm bảo cho xe vào nhà được thuận tiện, đồng thời tránh được tình trạng bó vỉa bị chia cắt nhỏ;**

Khi thiết kế quy hoạch độ cao của khu phố lớn cần thực hiện theo các bước sau:

- Trên cơ sở phân tích cao độ của các công trình hiện có trong khu phố, đặc điểm địa hình tự nhiên, hiện tượng sói mòn... để chọn cao độ mặt bằng quy hoạch thích hợp. Cao độ mặt quy hoạch được thể hiện bằng các đường đồng mức đỏ;

- Độ dốc mặt quy hoạch thỏa mãn việc bố trí nhà có độ dài lớn (hình 4.32) dọc theo đường phố nếu có;

- Bố trí các các công trình công cộng, quảng trường, trên các độ cao thích hợp, đảm bảo các yêu cầu sử dụng, cảnh quan và tiêu chí kinh tế trong quy hoạch;

- Trong quy hoạch mới phải đảm bảo nhu cầu thoát nước, đặc biệt đối với các khu vực bằng phẳng.

Trong quy hoạch khi bố trí nhà ở cần lưu ý tới nhiều yếu tố. Nhưng các yếu tố quan trọng nhất cần phải chú ý cân nhắc thích đáng là điều kiện địa hình tự nhiên, các dạng công trình, độ lớn và phương pháp thi công của nhà sẽ được xây dựng.

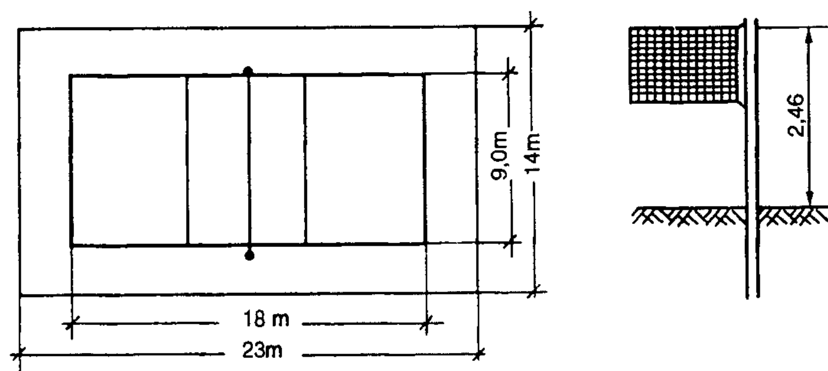
4.3.3. Quy hoạch độ cao khu thể thao

Sân vận động là một hạng mục công trình công cộng trong khu đô thị. Nó có thể được quy hoạch xây dựng thành khu thể thao hoặc các sân chuyên dụng, sân thể thao có các dạng như sân bóng chuyền, sân bóng rổ, sân tenit, sân thể dục dụng cụ, sân bóng đá hoặc là khu thể thao với tất cả các dạng hay một số các dạng sân thể thao ở trên.

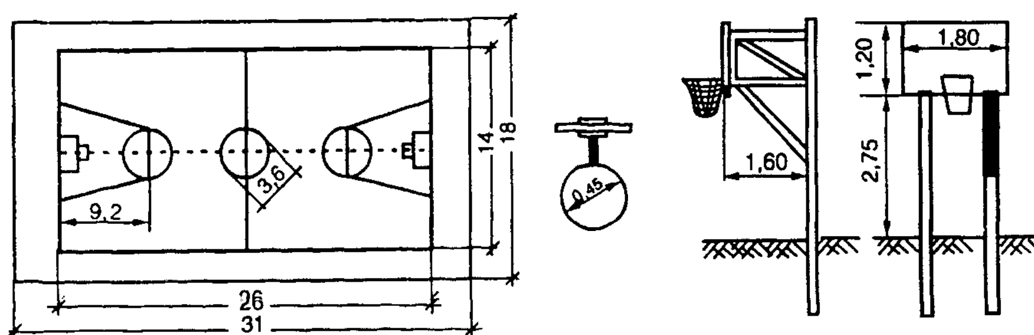
Sân vận động là các mặt bằng lớn, có độ dốc nhỏ, từ 0,001 đến 0,01, độ dốc tính theo khoảng cách ngắn của sân.

Hướng chính của các sân thường được bố trí theo hướng bắc-nam để giảm ảnh hưởng của ánh sáng mặt trời trong quá trình thi đấu.

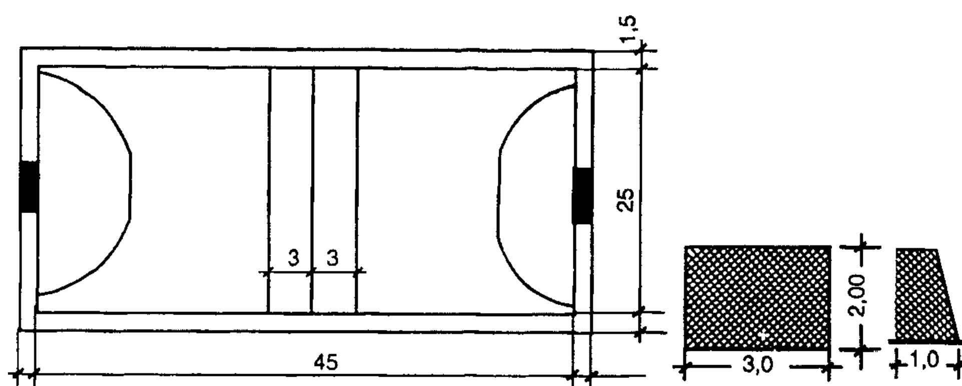
Sân bóng chuyền thường có kích thước 18x9*m* (hình 4.36,a) trên khuôn viên có kích thước tối thiểu 23x14*m*, đảm bảo khoảng cách tới các bên nhỏ nhất là 2,5*m*. Để đảm bảo thoát nước mặt, độ dốc tối thiểu là 0,005 - 0,002. Để căng lưới cần hai cột cách nhau 10*m*. Cột có móc căng lưới ở độ cao 2,10*m*, 2,24*m* hoặc 2,25*m*, để dành cho trẻ em, phụ nữ hoặc đàn ông.



a) Sân bóng chuyền

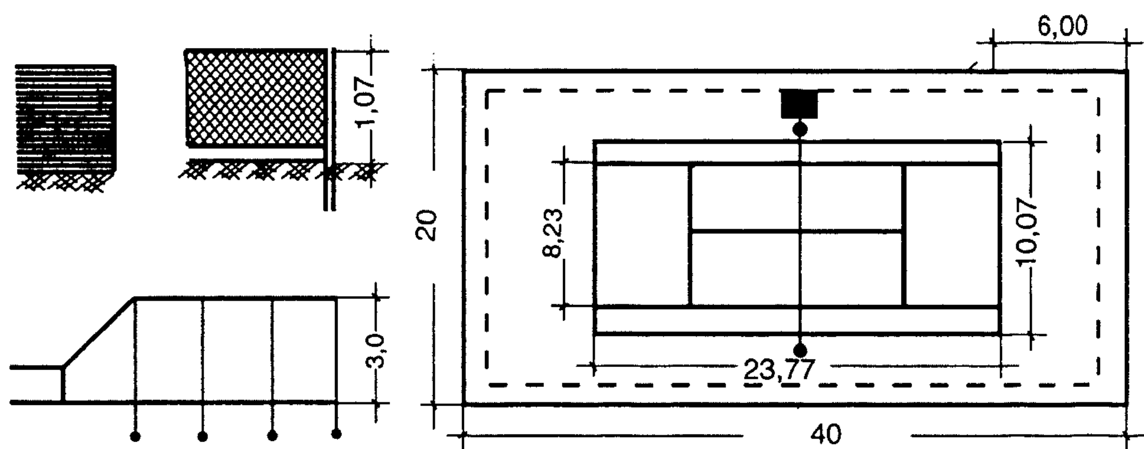


b) Sân bóng rổ

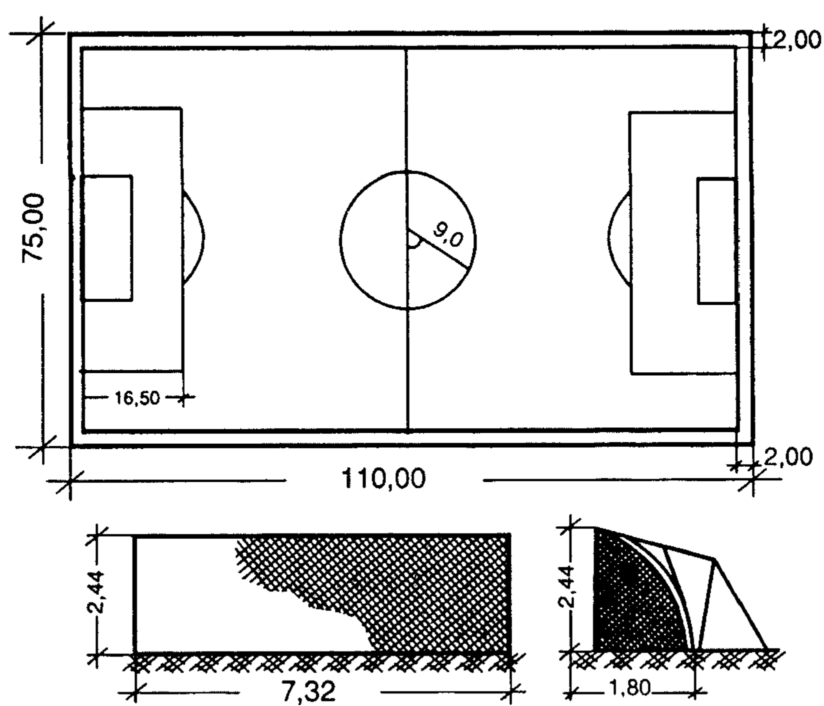


c) Sân bóng đá mini

***Hình 4.36a**. Kích thước sân thể thao.*



d) Sân quần vợt



e) Sân bóng đá

Hình 4.36b. Kích thước sân thể thao.

Sân bóng rổ (hình 4.36,b) có kích thước26x14*m*, trên khuôn viên 31x18*m*, khoảng cách tới các bên là 2,0 - 2,5*m*. Độ dốc của sân là 0,005 - 0,002. Cuối sân, theo chiều dọc, có cột rổ bóng, cao 2,75*m*. Bên trên có khung với kích thước 1,2x1,8*m* (hình 4.36,b). Khung mắc lưới rổ bóng có đường kính 0,45*m*, ở độ cao 3,05*m*.

Sân bóng đá nhỏ (gôn tôm), có kích thước 45x25*m*, trong khuôn viên có kích thước 48x28*m* (hình 4.36,c). Khoảng cách trống là 1,5*m*. Kích thước cung thành là 3,0x2,0*m*.

Sân tenit (hình 4.36,d) có kích thước 40x20*m*, phần chơi bóng có kích thước 23,77x8,23*m*. Sân dành cho trẻ em có kích thước tối thiểu là 36x18*m*. Độ dốc mặt sân là 0,001 - 0,005. Hai cọc căng lưới ở giữa sân cách nhau 12,8*m*, có chiều cao là 1,07*m*, lưới căng ở độ cao 0,91*m*. Bao quanh sân có lưới thép cao 3,0 - 3,5*m*.

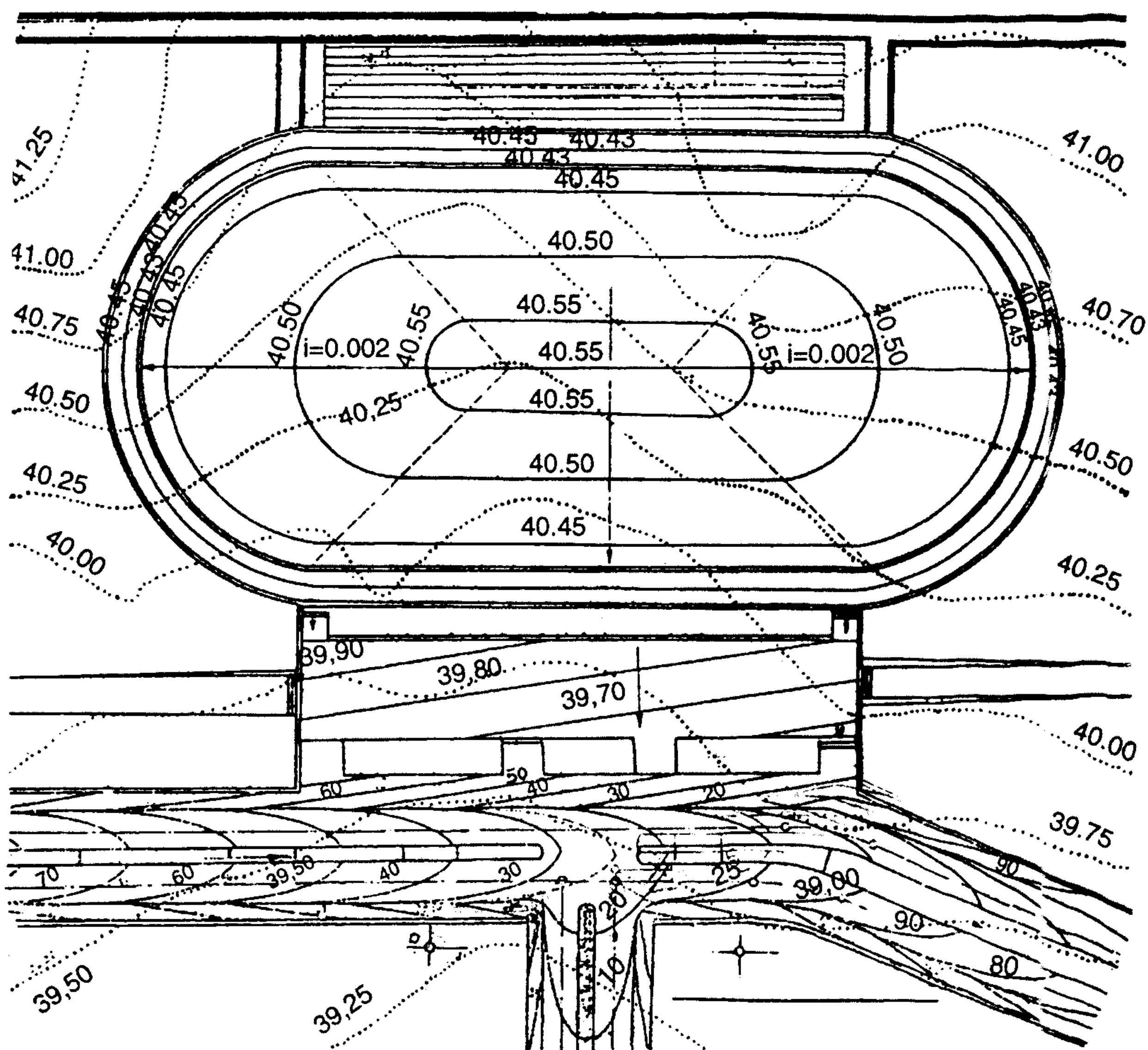
Sân bóng đá có kích thước từ 90x60*m* đến 110x75*m*, xung quanh sân có đường bao rộng 2 - 4*m* (hình 4.36.e).

Trong quy hoạch độ cao khu dân cư, sân vận động là một hạng mục đòi hỏi độ chính xác cao khi quy hoạch độ cao, để đảm bảo được các yêu cầu sử dụng, đồng thời đáp ứng được yếu tố thoát nước mặt kịp thời. Một sân vận động lớn thường có các hạng mục chính như: 1. sân chính, 2, sân bóng chuyền, 3. sân bóng rổ, 4. sân tenit , 5. khu thể dục, thể thao, 6. đường chạy, 7. khu hậu cần, 8. nhà điều hành.

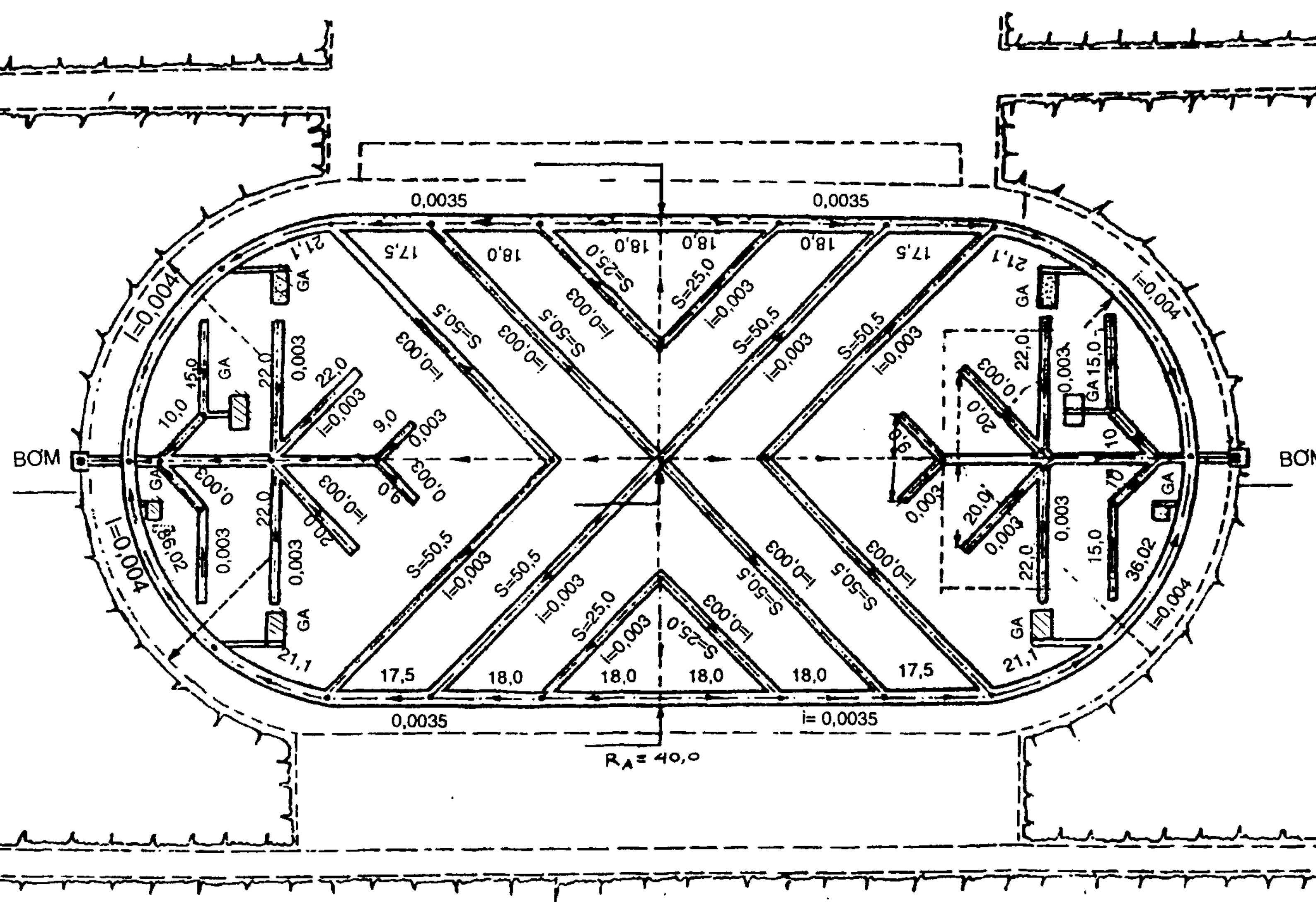
Độ dốc của sân vận động thấp, thường chỉ từ 0,1% đến 1%. Sân chính là hạng mục cơ bản (hình 4.37) được sử dụng cho nhiều môn thể thao, trong đó thường bóng đá được xem là môn chính.

Khi quy hoạch độ cao thích hợp nhất là thiết kế sân trên mặt phẳng nằm ngang, sau đó thiết kế thoát nước mặt với độ dốc từ 0,2% đến 0,5% (hình 4.38). Tại các phần cong của sân lấy đến độ dốc 1% với mặt cắt ngang một mái. Để cho nước mặt thoát được hết và nhanh cần xây một hệ thống các cống với điều kiện thu nước mặt như sơ đồ hình 4.37. Đường chính của các cống thu có độ dốc 3%, các đường nhánh có độ dốc từ 0,3% đến 0,4%.

Đầu ra của hệ thống cống được nối với hệ thoát nước chính của thành phố để đảm bảo nước mặt của sân vận động thoát được tốt.



Hình 4.37. Sơ đồ quy hoạch độ cao sân vận động.



BƠM
BƠM
0,0035
0,0035
i= 0,0035
i=0,004
i=0,004
i=0,004
i=0,004
S=50,5
S=25,0
i=0,003
R_A= 40,0
GA
17,5
18,0
21,1
22,0

4.4. THỰC HIỆN VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ QUY HOẠCH ĐỘ CAO

4.4.1. Bố trí thiết kế quy hoạch độ cao ra ngoài thực địa

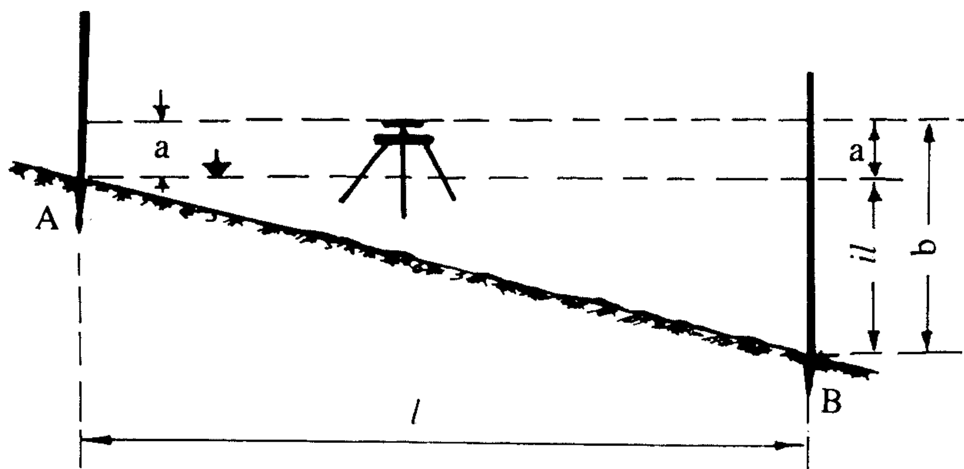
Bố trí độ cao thiết kế ra ngoài thực địa là nội dung công tác trắc đa cơ bản trong quá trình thi công thực hiện các thiết kế quy hoạch độ cao. Phương pháp bố trí độ cao thường áp dụng là phương pháp đo cao hình học từ giữa.

1. Bố trí độ cao chi tiết bằng máy thủy bình.

Cần bố trí độ cao của điểm B là H_B theo thiết kế, khi biết độ cao mốc A là H_A. Ngoài thực địa đã biết vị trí của điểm A và điểm B. Khi bố tr, đặt máy thủy bình giữa mốc A và điểm B (hình 4.39). Đưa máy vào vị tr làm việc. Quay máy về mia đặt tại A, chỉnh cho tia ngắm nằm ngang. Đọc sớ đọc dây giữa trên mia được trị số a. Tính số đọc cần xác định trên mia lặt ở điểm B theo biểu thức

$$b = H_0 + a - H_A.$$

Người đứng máy điều khiển người cầm mia tại B, dịch chuyển mia theo phương thẳng đứng, cho đến khi người đứng máy dọc được số đọc trên mia B có trị số b. Đế mia có độ cao là H_B theo thiết kế. Dùng cọc gỗ cố đnh ta được điểm B có độ cao là H_B theo thiết kế. Độ chính xác bố trí điểm độ cao đạt từ 0,2 - 2*cm*.



Hình 4.39 *Bố trí điểm độ cao.*

2. Bố trí độ cao trên đường thẳng nghiêng bằng máy thủy bình.

Khi cần bố trí trên hướng AB các điểm chi tiết có độ dốc theo hướng AB đã biết, ta dùng máy thủy bình đặt tại điểm A. Khi đặt máy để một trong ba ốc cân của máy nằm theo hướng AB. Sau khi cân bằng máy và đo chiều cao

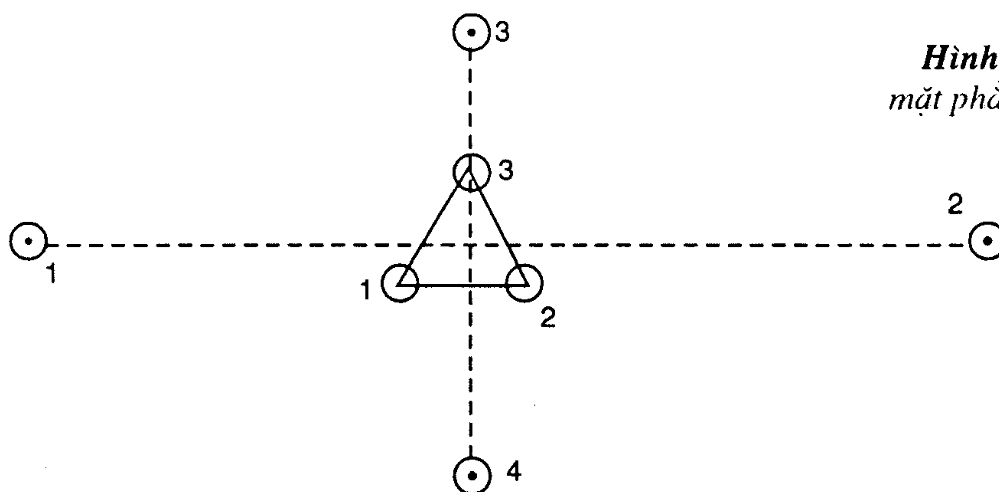
máy, quay ống kính tới mia đặt ở B. Dùng ốc cân nằm trên hướng AB đưa ống kính tới số đọc trên mia là bằng chiều cao máy là h (hình 4.40). Bằng cách trên ta đã có tia ngắm của máy có độ nghiêng bằng độ nghiêng của đường thẳng AB. Sau đó đi mia tới các điểm chi tiết. Điều chỉnh mia theo phương thẳng đứng tại các điểm chi tiết cho đến khi máy đọc được trị số h trên mia thì đế mia nằm trên đường thẳng nghiêng đi qua AB.



Hình 4.40. Bố trí độ cao trên đường thẳng nghiêng.

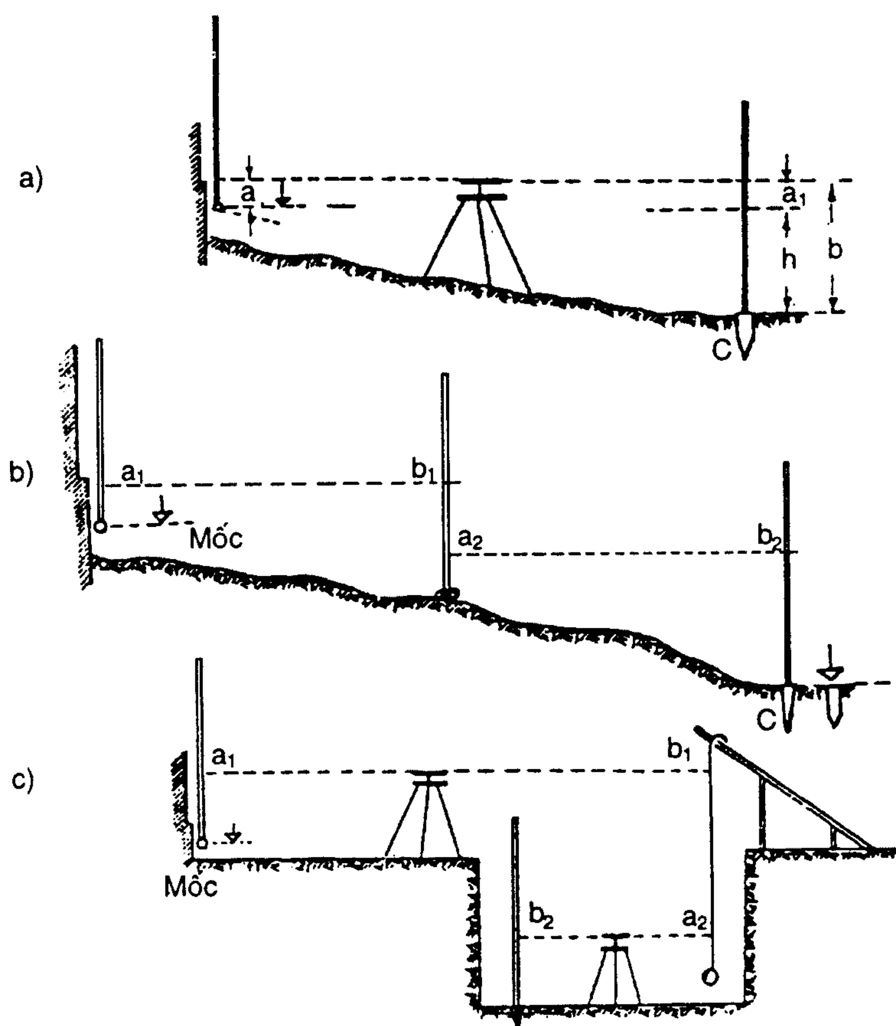
3. Bố trí độ cao mặt phẳng nghiêng theo lưới ô vuông.

Trong trường hợp này phải có ít nhất ba điểm độ cao nằm trên mặt phẳng cần bố trí đã biết ở ngoài thực địa. Xác định vị điểm chi tiết lưới ô vuông cần bố trí ra ngoài thực địa rồi cố định chúng bằng cọc gỗ có kích thước 3 ÷ 5 *cm*. Đặt máy thủy bình ở khoảng giữa khu vực cần bố trí (hình 4.41) sao cho hai ốc cân của máy nằm trên hướng điểm 1 và điểm 2. Còn ốc thứ ba nằm trên hướng vuông góc tới điểm 3. Sau khi cân bằng máy, đo chiều cao máy được trị số h. Ngắm tới mia tại điểm 1, dùng ốc cân máy 1 hoặc 2 điều chỉnh máy sao cho số đọc trên mia ở điểm 1 cũng có trị số h. Đến đây chúng ta đã điều chỉnh được tia ngắm của máy trên hướng đi qua điểm 1 điểm 2 có độ dốc theo mặt phẳng nghiêng cần bố trí. Quay máy về mia tại điểm 3, dùng ốc cân thứ ba, điều chỉnh máy cho đến khi đọc được số đọc trên mia tại điểm 3 cũng là h. Ta đặt hai vị trí tia ngắm của máy song song với mặt phẳng nghiêng cần bố trí. Quay máy đến điểm 4 để kiểm tra. Đến đây quay máy tới một điểm bất kỳ, điều chỉnh mia sao cho máy đọc được số đọc h trên mia, thì đế mia nằm trên mặt phẳng nghiêng thiết kế.

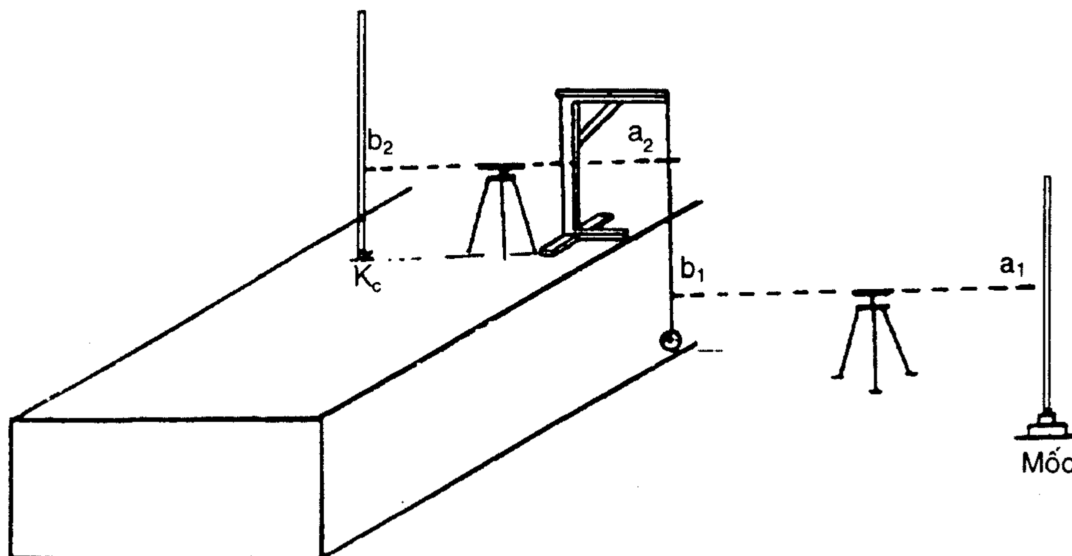


Hình 4.41. Bố trí mặt phẳng nghiêng.

Trên hình 4.42 là sơ đồ bố trí độ cao trong các trường hợp đặc biệt.



Hình 4.42a, b, c. *Bố trí độ cao trong trường hợp đặc biệt.*



Hình 4.42d. Bố trí độ cao trong trường hợp đặc biệt.

4.4.2. Tính khối lượng đào đắp trong quy hoạch độ cao

Trên cơ sở tính khối lượng đào đắp khi quy hoạch cho khả năng đánh giá hiệu quả của thiết kế quy hoạch độ cao. Khối lượng đào đắp trong quy hoạch có thể tính ngay trong khi thiết kế quy hoạch hoặc tính khi thi công thực hiện nội dung quy hoạch. Trong giai đoạn thiết kế khối lượng đào đắp và độ chính xác được tính phụ thuộc vào nhiệm vụ và tỉ lệ thiết kế quy hoạch. Khối lượng đào đắp dùng để xác định các mục đích:

- Xác định tỉ lệ đào đắp và khối lượng vận chuyển cũng như khối lượng đất thừa;

- Giá thành công tác đào đắp;

- Kế hoạch và thời gian thực hiện;

- Nhu cầu về máy thi công và nhân lực lao động thủ công.

Khối lượng đất thi công trong quy hoạch độ cao khu đô thị cần xác định trên các đường phố, khu phố, quảng trường v.v.

1. Tính khối lượng đào đắp theo đường phố.

Khối lượng đào đắp khi quy hoạch độ cao đường phố có thể tính theo mặt cắt dọc hoặc mặt cắt ngang.

a. Tính khối lượng đào đắp theo mặt cắt dọc.

Cơ sở để tính khối lượng theo mặt cắt dọc là xác định cao độ công tác theo mặt cắt dọc của tuyến phố, không quan tâm đến sự khác nhau về địa

hình nằm bên ngoài tuyến. Như vậy độ cao thi công trên chiều ngang của tuyến phố được coi như bằng nhau. Khi đó khối lượng công tác được xác định là gần đúng. Dữ liệu này cần khi chọn phương án trong quá trình thiết kế quy hoạch. Từ sơ đồ quy hoạch tính gần đúng khối lượng đào đắp theo công thức :

$$V_{đào} = +P.S$$

$$V_{đắp} = - P.S$$

Trong đó :

S - chiều rộng đường;

+P - diện tích đào tính theo mặt cắt dọc;

-P - diện tích đắp tính theo mặt cắt dọc;

Diện tích đào tính theo sơ đồ (hình 4.43)

$$+P = \sum +P_i$$

Trong đó:

$$+P_i = \frac{(+h_i) + (+h_{i+1})}{l_{i,i+1}}$$

$l_{i,i+1}$ - khoảng cách giữa điểm i đến i+1.

Diện tích đắp tính theo công thức:

$$-P = \sum -P_i$$

Trong đó :

$$-P_i = \frac{(-h_i) + (-h_{i+1})}{l_{i,i+1}}$$

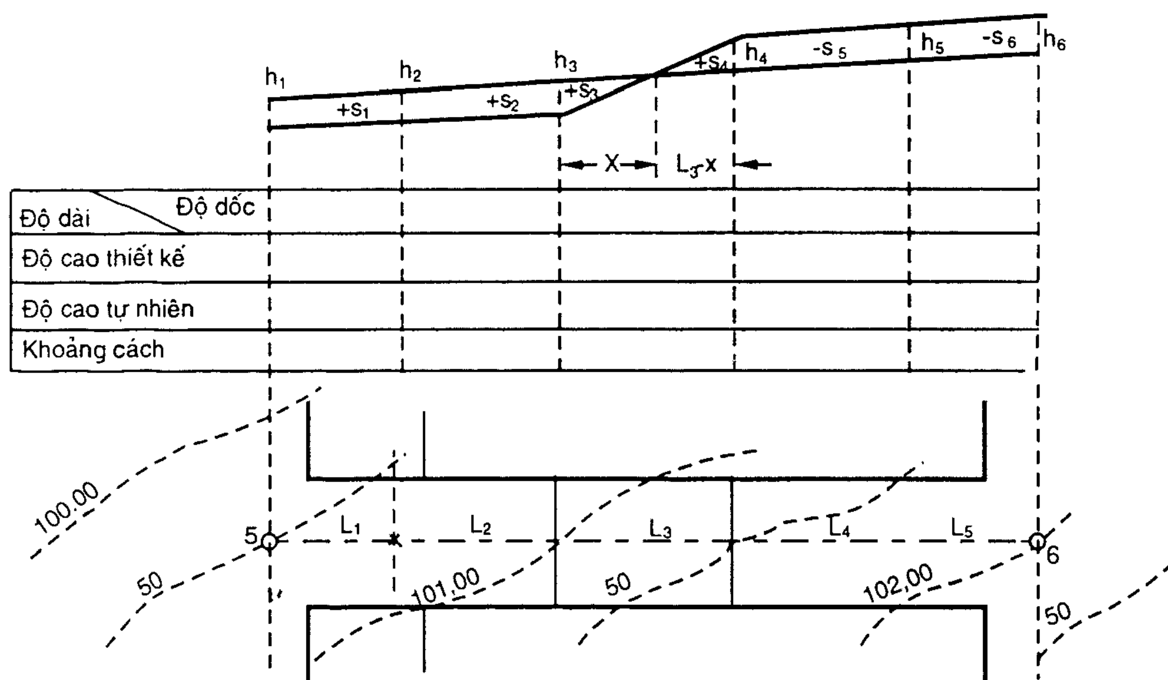
Phần chuyển tiếp giữa nơi đào và đắp cần xác định ranh giới gọi là điểm không (hình 4.44).

Ví dụ cần xác định điểm không giữa 3 và 4, theo sơ đồ viết được:

$$\frac{h_3}{x} = \frac{h_4}{l_3 - x}$$

Sau khi biến đổi nhận được:

$$x = \frac{h_3 l_3}{h_3 + h_4}$$

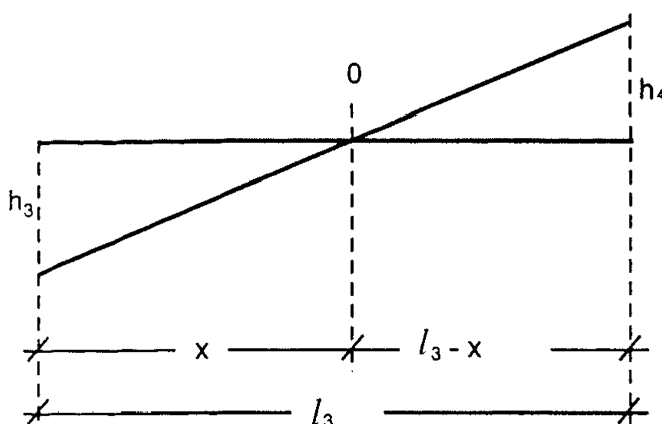


Hình 4.43. Sơ đồ tính khối lượng theo mặt cắt dọc.

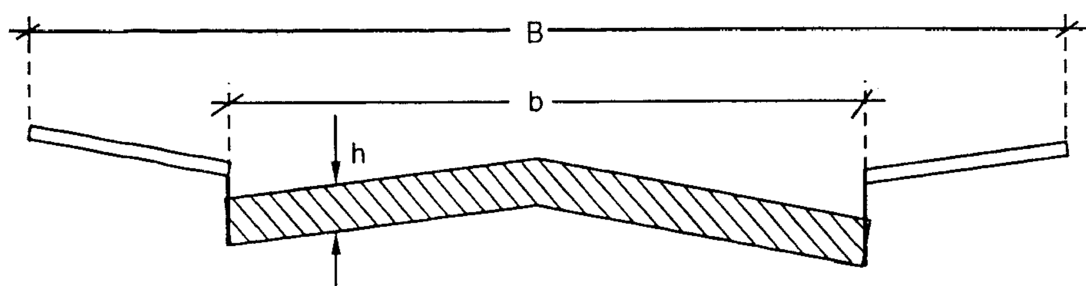
Sai số tính khối lượng đất công tác theo mặt cắt dọc là 10–15%. Khi cần độ chính xác cao thì tính theo mặt cắt ngang.

b. Tính khối lượng đào đắp theo mặt cắt ngang.

Dựa theo tài liệu khảo sát, các mặt cắt ngang điển hình của tuyến phố được xác định. Dựa theo các mặt cắt ngang có thể xác định các thông số đào đắp với độ chi tiết cao (hình 4.45).



Hình 4.44. Sơ đồ xác định ranh giới đào đắp



Hình 4.45. Sơ đồ mặt cắt ngang

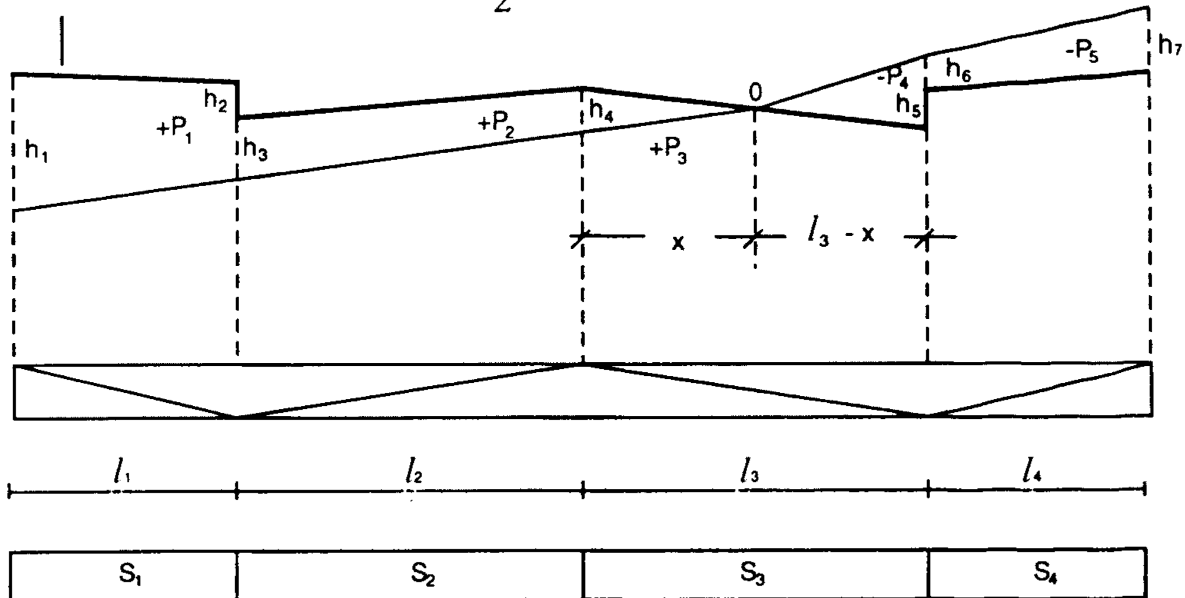
Trên mỗi mặt cắt ngang tính được diện tích đào và diện tích đắp

$$P_{đào} = \Sigma(+P_{đào})$$

$$P_{đắp} = \Sigma(-P_{đắp})$$

Trong đó diện tích các hình chi tiết (hình 4.46) tính theo công thức:

$$P_i = \frac{h_i + h_{i+1}}{2} s_i$$



Hình 4.46. Sơ đồ tính diện tích mặt cắt ngang.

Khối lượng đất thi công giữa hai mặt cắt tính theo công thức :

$$V_{i,i+1} = \frac{P_i + P_{i+1}}{2} l_{i,i+1}$$

Trong đó

$l_{i,i+1}$ - khoảng cách giữa mặt cắt ngang i đến i+1.

Sai số tính khối lượng đất công tác theo mặt cắt ngang là 3 - 5%.

2. Tính khối lượng đào đắp khu vực theo lưới ô vuông

Trong quy hoạch khu phố, quảng trường... cần tính khối lượng đất đào đắp trên diện tích rộng. Dựa theo tài liệu khảo sát trắc địa chúng ta có sơ đồ đo cao theo lưới ô vuông. Sau thiết kế quy hoạch độ cao, cao độ công tác trên lưới ô vuông đã được xác định. Việc tính khối lượng đất công tác được thực hiện trên cơ sở tính khối lượng đào đắp trên từng ô vuông, theo công thức :

$$V_i = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} a.b$$

Trong đó:

h_i - độ cao bốn đỉnh ô hình chữ nhật;

a, b - kích thước hình chữ nhật.

Đường ranh giới đào đắp chia các ô vuông thành các hình tam giác hoặc hình thang. Diện tích của chúng tính theo công thức:

- Diện tích hình tam giác : $V_i = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} . \frac{a + b}{2}$

Diện tích hình thang : $V_i = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} . \frac{a_1 + a_2}{2} b$

Khối lượng đất công tác của khu vực là tổng khối lượng công tác của các hình chi tiết. Khi tính khối lượng đất công tác cần tính đến hệ số nở và hệ số nén ở bảng 4.2.

Bảng 4.2. Hệ số nở và nén của đất đào và đắp

Loại đất	Hệ số nở %	Hệ số nén %
1. Đất cát	0,08 - 0,17	0,02 - 0,03
2. Đất thịt nhẹ	0,14 - 0,28	0,02 - 0,05
3. Đất thịt nặng	0,26 - 0,32	0,06 - 0,09
3. Đất sét	0,30 - 0,45	0,10 - 0,20

4.4.3. Chỉ tiêu kinh tế kĩ thuật trong quy hoạch độ cao

Bản thiết kế quy hoạch độ cao có chất lượng tốt khi nó đạt được các mục tiêu: tạo ra địa hình tốt nhất cho xây dựng công trình trên khu vực được quy hoạch, giá thành kinh tế thấp nhất, dễ thực hiện nhất. Bằng các chỉ tiêu kĩ thuật, bản thiết kế quy hoạch độ cao được đánh giá có chất lượng tốt khi nó đạt các chỉ tiêu sau:

- Khối lượng đào đắp và vận chuyển nhỏ nhất. Chỉ tiêu này thường được so sánh bằng khối lượng đào đắp, vận chuyển trên 1*ha* diện tích quy hoạch.

$$1 > K_{\text{hiệu quả}} = \frac{V_{\text{vận chuyển}}}{V_{\text{công tác}}} > 0,5$$

- Hoặc tỉ số giữa khối lượng đào và khối lượng đắp

$$0,5 < K_{\text{đào đắp}} = \frac{V_{\text{đào}}}{V_{\text{công tác}}} < 1,0$$

- Chỉ tiêu độ cao công tác, xác định bằng tỉ số giữa tổng độ cao đào đắp của các điểm trên tổng số điểm là nhỏ nhất :

$$K_{\text{công tác}} = \frac{\sum_{1}^{n} h_i}{n} = \min$$

- Chỉ tiêu tính theo tỉ số giữa diện tích đào so với diện tích quy hoạch

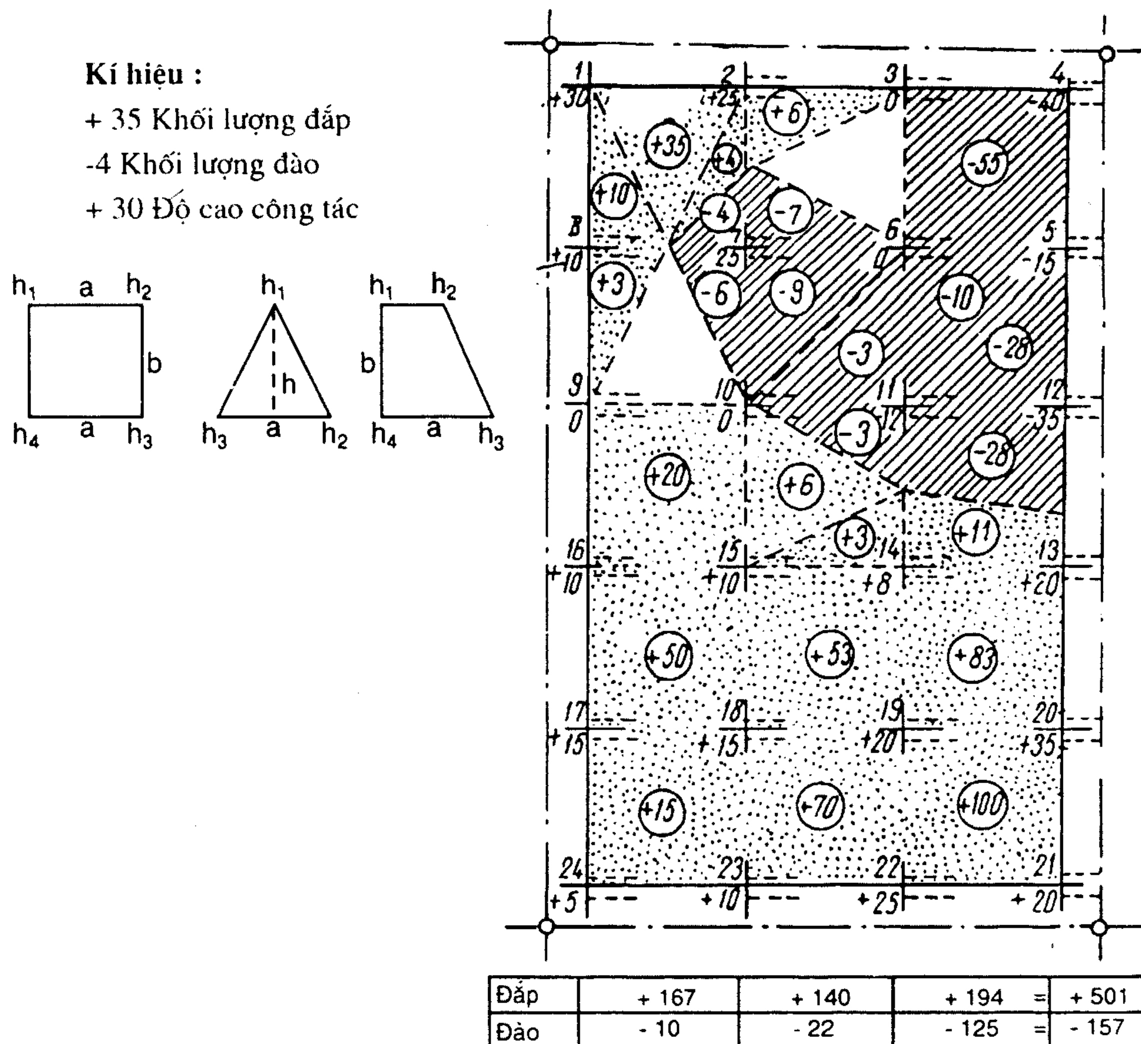
$$K_{\text{diện tích}} = \frac{P_{\text{đào,đắp}}}{P_{\text{quy hoạch}}} = \min$$

- Chỉ tiêu khoảng cách vận chuyển trung bình;

$$R_{\text{trung bình}} = \min.$$

- Chỉ tiêu khối lượng đào bằng khối lượng đắp.

Trên hình 4.47 là sơ đồ tính khối lượng đào đắp theo sơ đồ lưới ô vuông.



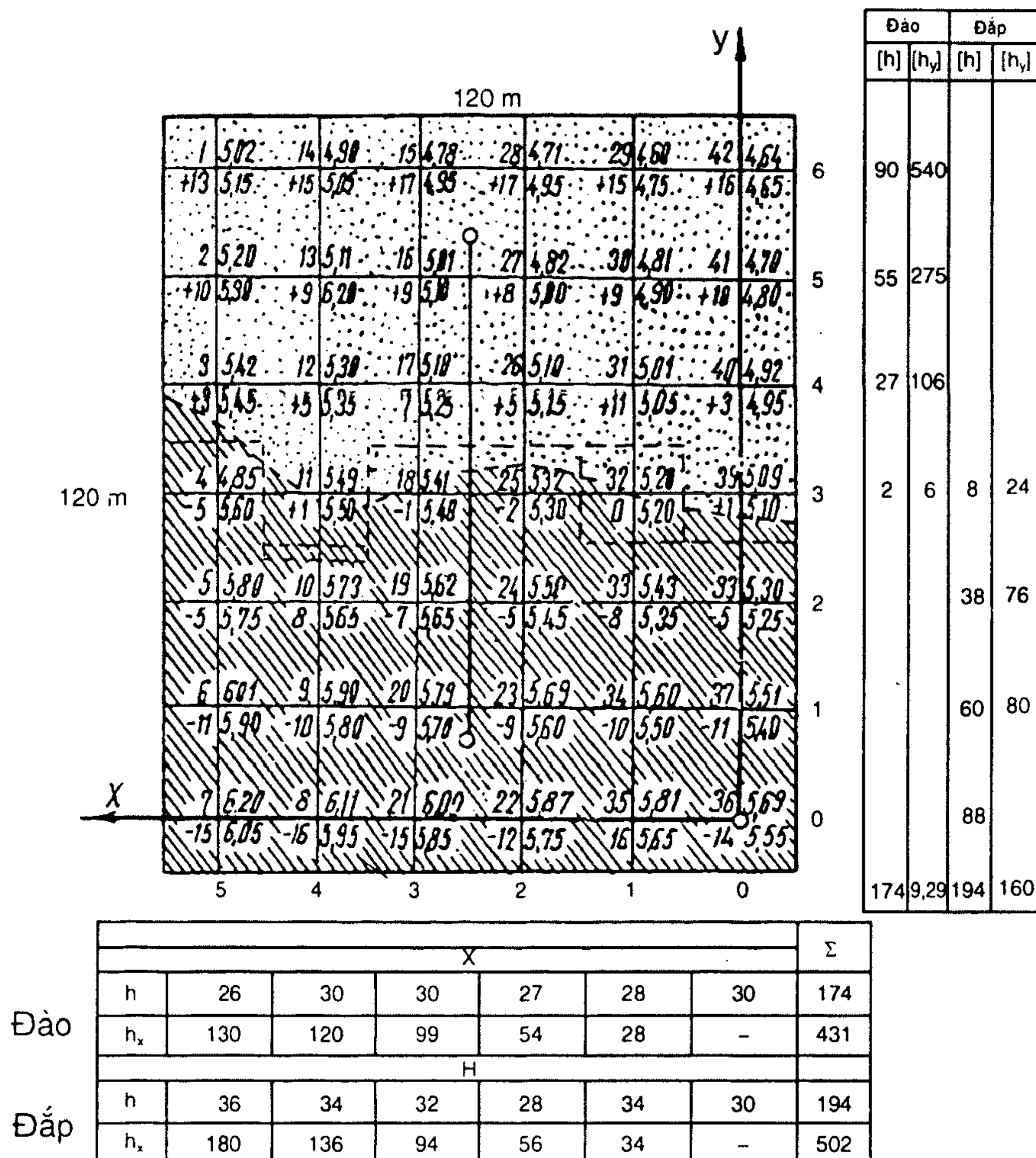
Đắp	+ 167	+ 140	+ 194 =	+ 501
Đào	- 10	- 22	- 125 =	- 157

Hình 4.47. Sơ đồ tính khối lượng đào đắp theo sơ đồ lưới ô vuông.

Để xác định khoảng cách vận chuyển trong quy hoạch độ cao của khu vực có thể lập hệ toạ độ cục bộ (hình 4.48) rồi tính tọa độ trọng tâm của khu vực đào và đắp theo công thức:

$$x^{o}_{đào/đắp} = \frac{\sum_{1}^{n} x_i v_i}{\sum_{1}^{n} v_i}$$

$$y^{o}_{đào/đắp} = \frac{\sum_{1}^{n} y_i v_i}{\sum_{1}^{n} v_i}$$



	Đào		Đắp	
	[h]	[h_y]	[h]	[h_y]
6	90	540		
5	55	275		
4	27	106		
3	2	6	8	24
2			38	76
1			60	80
0			88	
	174	9,29	194	160

								Σ
		X						
Đào	h	26	30	30	27	28	30	174
	h_x	130	120	99	54	28	–	431
		H						
Đắp	h	36	34	32	28	34	30	194
	h_x	180	136	94	56	34	–	502

Hình 4.48. *Sơ đồ tính khoảng cách vận chuyển theo lưới ô vuông.*

Trong đó :

x, y - tọa độ của ô thứ i;

v - khối lượng vận chuyển của ô thứ i.

Tọa độ trọng tâm của khu vực đào và đắp có thể tính theo đ cao công tác

$$x^o_{đào/đắp} = \frac{\sum_1^n x_i h_i}{\sum_1^n h_i}$$

$$y^o_{đào/đắp} = \frac{\sum_1^n y_i h_i}{\sum_1^n h_i}$$

Trong đó :

h_i - độ cao công tác ô vuông thứ i.

Khoảng cách vận chuyển giữa khu vực đào và khu vực đắp tính theo công thức :

$$s = \sqrt{(x^o_{đào} - x^o_{đắp})^2 (y^o_{đào} - y^o_{đắp})^2}$$

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

1. Đặng Hữu, Đỗ Bá Trương, Nguyễn Xuân Trục.
Sổ tay thiết kế đường ôtô. Nhà xuất bản KHKT. Hà Nội - 1994.

2. Nguyễn Xuân Trục.
Quy hoạch giao thông vận tải và thiết kế đường đô thị. Nhà xuất bản Giáo dục. Hà Nội - 1997.

3. Lâm Quang Cường. *Giao thông đô thị và quy hoạch đường phố.*
Đại học xây dựng Hà Nội - 1993

4. *Quy phạm thiết kế đường phố, đường quảng trường đô thị 20TCVN -104 - 83.* Nhà xuất bản xây dựng. Hà Nội -1983.

5. Vũ Thặng - *Trắc địa đại cương.* Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội - 1999.

6. Vũ Thặng - *Bài tập Trắc địa đại cương.* Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội - 2000.

7. ТОНЕВ. Л.
Градоустройство. София, Техника -1971.

8. В.Т.Куртев.
Инжеиерна геодезия.Виас, София - 1975.

9. В.Т.Куртев - С.Н.Атанасов
Геодезия. Техника, София - 1982.

10 В.Т.Куртев и др.
Руковоство по инженерна геодезия. Виас, София - 1977.

11 В.Ц. Пеевски - Д. Стойчев - М.Й. Даскалова и др.
Нарьчник по геодезия. Техника, София - 1974.

12. Г.П. Левчук
Прикладная геодезия. Недра, Моска - 1983.

13. Н.Н. Лебедева
Практикум по курсу Прикладной геодезии.
Недра Моска -1977.

14. Lucien Lapointe et Gilles Meyer.
Topographie appliquée aux travaux publics, bâtiments et levers urbains. Éditions Eyrolles, Paris - 1991.

MỤC LỤC

Chương 2

QUY HOẠCH MẶT BẰNG KHU ĐÔ THỊ

Chương 3

KHẢO SÁT VÀ QUY HOẠCH ĐỘ CAO THEO TUYẾN

Chương 4

QUY HOẠCH CAO ĐỘ MẶT BẰNG KHU ĐÔ THỊ

TRẮC ĐỊA
QUY HOẠCH ĐƯỜNG VÀ ĐÔ THỊ

(Tái bản)

Chịu trách nhiệm xuất bản :

TRỊNH XUÂN SƠN

Biên tập: TRẦN CƯỜNG
Chế bản: LÊ HƯƠNG
Trình bày bìa: NGUYỄN HỮU TÙNG
Sửa bản in: MINH TUẤN - HUY HOÀNG

In 200 cuốn khổ 17 x 24cm tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 21-2010/CXB/314-64/XD ngày 30-12-2009. Quyết định xuất bản số 352/QĐ-XBXD ngày 17-11-2010. In xong nộp lưu chiểu tháng 11-2010.